PH Ludwigsburg
University of Education
Fakultät für Sonderpädagogik Reutlingen

DANNER, CORNELIA

-

Zum Zusammenhang von Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb und mathematischen Schwierigkeiten – veranschaulicht am Beispiel der diagnosegeleiteten Förderung eines mehrsprachigen Jungen

ERSTE STAATSPRÜFUNG

FÜR DAS LEHRAMT AN SONDERSCHULEN

(02.08.2010)

AN DER

FAKULTÄT FÜR SONDERPÄDAGOGIK

DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE LUDWIGSBURG

IN VERBINDUNG MIT DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN

MIT SITZ IN REUTLINGEN

WISSENSCHAFTLICHE HAUSARBEIT

Name: Cornelia Danner

Thema: **Zum Zusammenhang von Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb und mathematischen Schwierigkeiten – veranschaulicht am Beispiel der diagnosegeleiteten Förderung eines mehrsprachigen Jungen**

Thema vereinbart mit

Referentin: Prof.´in Dr. Jutta Schäfer

Koreferentin: Prof.´in Dr. Iris Füssenich

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und zentrale Fragestellungen 1

2. Verarbeitung von Zahlen – ohne Sprache nicht möglich 3

2.1 Sprachverarbeitung 3

2.2 Verarbeitung von Zahlen 6

2.2.1 Neurologische Grundlagen 6

2.2.2 Das Triple-Code-Modell nach Dehaene (1992) 9

2.3 Zusammenfassung 10

3. Der sprachliche Bedeutungserwerb und seine Störungen 11

3.1 Zentrale Aspekte des Bedeutungserwerbs 11

3.1.1 Vorsprachliche Kommunikation 12

3.1.2 Erste sprachliche Äußerungen 14

3.1.3 Erweiterung und Organisation des Lexikons 15

3.1.4 Aspekte des Erwerbs von Deutsch als Zweitsprache 19

3.2 Störungen beim Erwerb von Bedeutungen 20

3.2.1 Reduzierter Wortschatz und fehlende Strategien zur Wortschatzerweiterung 21

3.2.2 Probleme mit dem Sprachverständnis 22

3.2.3 Probleme mit der Wortfindung 24

3.2.4 Zum Aspekt der Mehrsprachigkeit 25

4. Die mathematische Kompetenzentwicklung und mathematische Schwierigkeiten 27

4.1 Zentrale Aspekte des Erwerbs mathematischer Kompetenzen 27

4.2 Dimensionen der mathematischen Kompetenz und mögliche Schwierigkeiten 33

4.2.1 Umgang mit Mengen und Anzahlen 34

4.2.2 Zahlwortreihe und verbale Zählfertigkeit 35

4.2.3 Zahlverarbeitung 37

4.2.4 Zahlbegriff bzw. Zahlverständnis 38

4.2.5 Rechenfertigkeit 39

4.2.6 Operationsverständnis 40

4.2.7 Mathematisierung von Sachsituationen 41

4.2.8 Verständnis des Stellenwertsystems 42

4.3 Zu den Begriffen „Rechenschwäche“ bzw. „Rechenstörung“ 43

5. Die Bedeutung der Sprache innerhalb der Mathematik ... 47
5.1 Die Funktion der Sprache in der Mathematik ... 47
5.1.2 Zur kognitiven Funktion ... 47
5.1.1 Zur kommunikativen Funktion ... 49
5.2 Charakteristika der mathematischen Fachsprache ... 49
5.2.1 Mathematik – eine Sprache voller Fachwörter und Symbole ... 50
5.2.2 Konflikte zwischen Umgangssprache und mathematischer Fachsprache ... 51
5.2.3 Die mathematische Fachsprache – knapp und präzise ... 53

6. Mögliche Auswirkungen von sprachlichen Störungen auf die mathematische Kompetenzentwicklung ... 55
6.1 Im Fokus der Literatur: Medizinisch-neurologische Sichtweisen und auditive Wahrnehmungsstörungen ... 55
6.2 Die Relevanz von Störungen des Bedeutungserwerbs ... 58
6.2.1 Auswirkungen auf kognitive Prozesse im Mathematikunterricht ... 58
6.2.2 Auswirkungen auf kommunikative Prozesse im Mathematikunterricht ... 74
6.2.3 Konsequenzen für den Mathematikunterricht und die Förderung ... 76

7. Praxisteil: Diagnosegeleitete Förderung eines mehrsprachigen Jungen ... 81
7.1 Diagnostisches Vorgehen ... 83
7.2 Arsims Fähigkeiten und Schwierigkeiten ... 85
7.3 Interaktionen innerhalb der Förderung ... 104
7.4 Arsims Lernfortschritte ... 119

8. Zusammenfassung und Ausblick ... 121

Anlagen ... 124

Literaturverzeichnis ... 144

Abbildungsverzeichnis ... 150

Versicherung ... 151

1. Einleitung und zentrale Fragestellungen

Wenn ich mit Freunden und Verwandten darüber spreche, dass ich im Rahmen meiner Wissenschaftlichen Hausarbeit das Thema Mathematik und Sprache bearbeite, sind diese häufig erstaunt: Nach dem vorherrschenden Bild in der Öffentlichkeit gehören Sprache und Mathematik zwei völlig verschiedenen Welten an, die wenig miteinander zu tun haben (vgl. Niederdrenk-Felgner 2000, S. 4).

Sprache ist jedoch ein zentrales Mittel zur Erkenntnisgewinnung in verschiedensten Lebensbereichen. Der bekannte Psychologe Vygotskij betont seit jeher, dass Sprache und Denken eng zusammenhängen (vgl. Vygotskij 2002). Dass dies auch das mathematische Denken betrifft, verdeutlicht von Aster mit folgendem eindrücklichen Beispiel: Es gibt Naturvölker, welche keine größeren Mengen bestimmen und keine komplexeren Operationen durchführen können, da in ihrer Sprache nur für die Mengen eins bis fünf Zahlwörter existieren (vgl. von Aster 2005, S. 13). Dies zeigt, dass die Sprache als kulturelles Gut Erkenntnisprozesse erst möglich macht und Sprache und Kognition somit in einem engen Wechselverhältnis zueinander stehen.

Wenn mathematisches Denken und Sprache eng zusammenhängen, liegt es nahe, dass sprachliche Störungen die mathematische Kompetenzentwicklung eines Kindes negativ beeinflussen können. Den meisten Veröffentlichungen, die sich mit dem Thema Sprachstörungen und Mathematik beschäftigen, liegt entweder eine medizinisch-neurologische Sichtweise zugrunde (z. B. Donczik 2001) oder sie analysieren mathematische Schwierigkeiten ausschließlich im Kontext von auditiven Wahrnehmungsstörungen (z. B. Nolte 2000).

Füssenich (^{5}2002, S. 64) betont, dass der Bereich des Bedeutungserwerbs und seiner Störungen in der sprachheilpädagogischen Forschung lange Zeit vernachlässigt worden ist. Erst in jüngerer Zeit ist er zunehmend ins Blickfeld der Forschung getreten – eine höchst überfällige Entwicklung, wenn man bedenkt, dass der semantisch-lexikalische Bereich das Zentrum des Spracherwerbs, sozusagen seinen „Dreh- und Angelpunkt“, darstellt. In Anbetracht dessen, dass die Forschungslage zu semantischen Sprachstörungen[1] noch dürftig ist, ist es nicht verwunderlich, dass auch der Zusammenhang von Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb und mathematischen Schwierigkeiten in der Literatur bisher kaum

[1] Begrifflichkeiten wie „Störungen im (sprachlichen) Bedeutungserwerb“, „semantische (Sprach-) Störungen“, „semantisch-lexikalische Störungen“ u. ä. werden synonym verwendet.

Beachtung findet.
Andererseits gerät die Bedeutung der Sprache für das Mathematiklernen immer mehr in den Fokus der schulischen Arbeit – nicht zuletzt aufgrund der Herausforderung durch den zunehmenden Anteil an mehrsprachig aufwachsenden Kindern. So erklärt der Bildungsplan für die Grundschule, dass Mathematikunterricht zugleich Deutschunterricht und die Sprache im Mathematikunterricht ein zentrales Kommunikationsmedium sei. Zudem wird betont, dass die mathematische Fachsprache eine Herausforderung darstelle, die erst erlernt werden müsse (vgl. Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg 2004, S. 47, 56).

Der Zusammenhang zwischen Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb und mathematischen Schwierigkeiten muss künftig also gerade in der Sonderpädagogik in den Blick geraten, denn die beiden Bereiche Sprache und Mathematik sind zentral für schulisches Lernen. Die bisherige Vernachlässigung dieses Themas motivierte mich besonders, in meiner Arbeit die Frage zu erörtern, inwiefern sich semantische Störungen auf die mathematische Kompetenzentwicklung von Kindern auswirken können.

Zunächst soll in Kapitel 2 erläutert werden, wie Sprache im menschlichen Gehirn verarbeitet wird. Dies dient als Grundlage dafür, im nächsten Schritt Parallelen zur Verarbeitung von Zahlen herzustellen und deutlich zu machen, dass die Zahlverarbeitung in hohem Maße sprachliche Aspekte beinhaltet. Anhand des Triple-Code-Modells nach Dehaene (1992) werden die Dimensionen der Zahlverarbeitung schließlich veranschaulicht und für praktische Zusammenhänge konkretisiert.
In Kapitel 3 werden anschließend zentrale Aspekte des sprachlichen Bedeutungserwerbs sowie die Hauptsymptome von semantisch-lexikalischen Störungen vorgestellt, wobei auch der Aspekt der Mehrsprachigkeit berücksichtigt wird.
Kapitel 4 beschäftigt sich analog dazu mit der mathematischen Kompetenzentwicklung. Anhand des fünfstufigen Modells nach Fritz und Ricken (2008) wird aufgezeigt, wie sich die Entwicklung mathematischer Konzepte bei Kindern vollzieht. Dabei wird deutlich werden, dass die mathematische Kompetenz vielerlei Dimensionen umfasst. Anknüpfend an diese Dimensionen werden mathematische Schwierigkeiten erläutert sowie die Begriffe „Rechenschwäche bzw. Rechenstörung“ diskutiert.
In Kapitel 5 und 6 werden die beiden Bereiche Sprache und Mathematik schließlich miteinander verknüpft. Nach der Erläuterung der Funktionen der Sprache innerhalb der Mathematik sowie der Charakteristika der mathematischen Fachsprache folgt der wichtigste

Teil meiner Arbeit: Ich werde diskutieren, inwiefern sich Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb auf mathematische Lernprozesse auswirken und zu Schwierigkeiten führen können. Manche Veröffentlichungen geben hierzu zwar nützliche Hinweise, eine integrative und systematische Betrachtung findet sich jedoch nirgends. Aufgrund dessen besteht die Herausforderung für mich darin, ebendies zu leisten. Das heißt, ich entwickle in Kapitel 6 eine „eigene Theorie“ zu der Fragestellung meiner Wissenschaftlichen Hausarbeit. Dabei stütze ich mich auf nützliche Hinweise aus verschiedenen Veröffentlichungen und stelle durch eigenständige Transferleistungen eine Systematik her. Ich identifiziere dabei Zusammenhänge zwischen dem sprachlichen Bedeutungserwerb und der Entwicklung von mathematischen Kompetenzen und leite mögliche mathematische Schwierigkeiten von Kindern mit semantischen Störungen ab.

In Kapitel 7 werde ich meine entwickelte Theorie an einem Beispiel aus der Praxis veranschaulichen und überprüfen: Die diagnosegeleitete Förderung des mehrsprachigen Arsim zeigt ganz konkret, wie sprachliche und mathematische Schwierigkeiten zusammenhängen können.

Kapitel 8 fasst schließlich die zentralen Erkenntnisse zusammen.

Ich weise darauf hin, dass ich in meiner Arbeit bei Personenbezeichnungen aus stilistischen Gründen meist nur die maskuline Form verwende.

2. Verarbeitung von Zahlen – ohne Sprache nicht möglich

2.1 Sprachverarbeitung

Herrmann und Fiebach (2004, S. 3) weisen darauf hin, dass die Fähigkeit des Menschen zur komplexen Sprache eine seiner erstaunlichsten Fähigkeiten ist. Letztendlich ist diese komplexe Fähigkeit zu kommunizieren auf die Leistungsfähigkeit des menschlichen Gehirns zurückzuführen: Der Vergleich mit Tierarten, deren Kommunikation weniger hoch entwickelt ist, macht deutlich, dass bestimmte anatomische Merkmale unseres Gehirns für menschliche Sprache erforderlich zu sein scheinen.

Der Grobaufbau des menschlichen Gehirns ist folgender: Es bildet zusammen mit dem Rückenmark das zentrale Nervensystem und besteht aus den Bereichen Kleinhirn, Zwischenhirn, Hirnstamm sowie dem Großhirn – dem für die Frage der Sprachverarbeitung wichtigsten Bereich. Die Oberfläche des Großhirns wird als Cortex (Großhirnrinde) bezeichnet. Hier sitzen die Nervenzellen (vgl. ebd., S. 122). Das Großhirn ist in zwei Hälften geteilt – in die rechte und in die linke Hemisphäre. Des Weiteren werden die verschiedenen Bereiche der beiden Hemisphären entsprechend ihrer Lage in vier Lappen unterteilt; nämlich in den Frontallappen, den Parietallappen, den Occipitallappen und den Temporallappen. Diese Unterteilung soll durch die folgende Darstellung veranschaulicht werden:

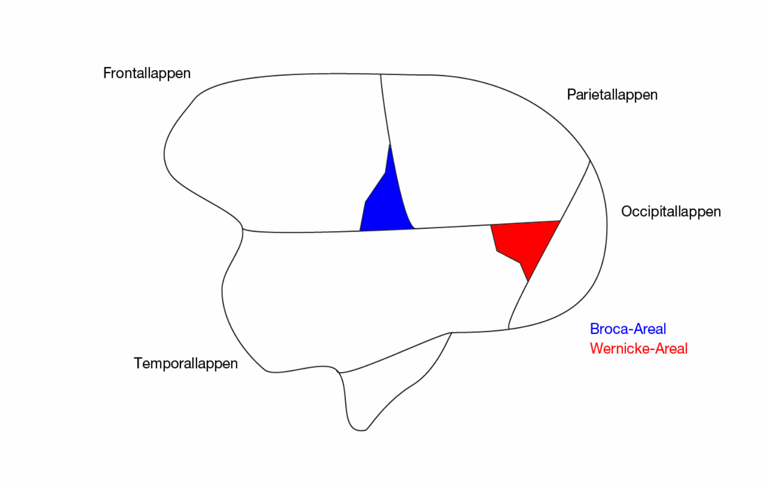


Abb. 1: Die Einteilung der beiden Hirnhälften des Großhirns in Lappen: hier linke Hemisphäre (Quelle: eigene Darstellung)

Hinsichtlich der Frage, welche Bereiche im Gehirn speziell für die Verarbeitung von Sprache zuständig sind, lieferte der Chirurg Paul Broca im Jahre 1861 erste bedeutende Erkenntnisse. Er untersuchte Patienten mit Störungen in der Sprachproduktion und fand bei ihnen Läsionen in der linken Hemisphäre des Großhirns im Bereich des Frontallappens vor. Ergänzt wurden Brocas Erkenntnisse durch Entdeckungen des Neurologen und Psychiater Carl Wernicke. Dessen Patienten hatten in der linken Hemisphäre Läsionen im Bereich des Temporallappens und litten an einer Störung der Sprachwahrnehmung. Somit wurde erkannt, dass bei den meisten Menschen die linke Hirnhälfte für die Sprachverarbeitung zuständig ist, und es wurden bestimmte Bereiche im Frontal- und Temporallappen als zuständige Areale für Sprachproduktion und – rezeption identifiziert, wie in Abbildung 1 zu sehen ist (vgl. Herrmann/Fiebach 2004, S 7). Diese Broca – bzw. Wernicke – Areale wurden als motorisches bzw. sensorisches Sprachzentrum bezeichnet und es wurde angenommen, dass es zwischen diesen beiden Sprachzentren eine Verbindung in Form einer Nervenbahn geben muss, was sich später durch die Entdeckung des Fasciculus arcuatis bestätigte (vgl. ebd., S. 10).

Der Neurologe Norman Geschwind hat diese Erkenntnisse in den 60ern des 20. Jahrhunderts aufgegriffen und ein Modell der Sprachverarbeitung entwickelt. Dieses wurde bekannt als sogenanntes Wernicke-Geschwind-Modell und beschreibt den Weg vom Lesen eines Wortes bis zu seiner Artikulation. Vereinfacht dargestellt drückt das Modell aus, dass das gelesene

Wort zunächst mithilfe des Speichers Gyrus angularis, welcher Buchstaben- und Wortformen enthält, in die auditorische Form übermittelt wird. Im Wernicke-Areal wird dann die Bedeutung des Wortes aktiviert. Beim Hören von Wörtern ist die Übermittlung über den Gyrus angularis hingegen nicht notwendig und das Wort kann direkt im Wernicke-Areal aktiviert werden. Das aktivierte Wort wird dann über die verbindende Nervenbahn Fasciculus arcuatis an das Broca-Areal weitervermittelt, woraufhin es ausgesprochen werden kann (vgl. Herrmann/Fiebach 2004, S. 7ff.):

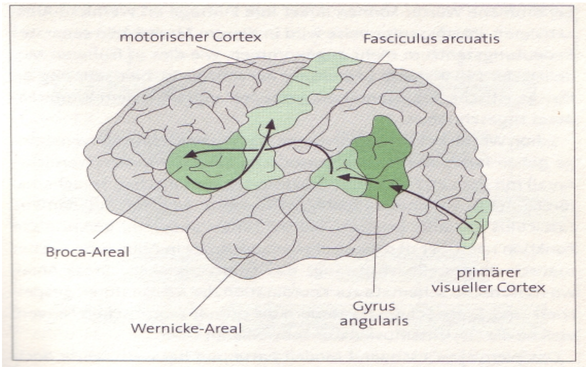


Abb. 2: Wernicke-Geschwind-Modell (ebd., S. 9)

Das Wernicke-Geschwind-Modell hat bis heute starken Einfluss auf das Verständnis von Sprache im Gehirn; unter anderem, da es ein gängiges Erklärungsschema für die Entstehung von unterschiedlichen Ausprägungen der Aphasien bietet (vgl. ebd., S. 10). Allerdings wurde die starke Vereinfachung dieses Modells erkannt. Herrmann und Fiebach (ebd., S. 11ff.) weisen darauf hin, dass aktuellere Modelle von einer wesentlich komplizierteren „mentalen Architektur“ ausgehen, was von neueren Untersuchungsmethoden gestützt wird. Diese Vereinfachung wird deutlich, wenn man bedenkt, dass das Wernicke-Geschwind-Modell Sprache als relativ mechanisch betrachtet. Es bezieht sich primär auf die Artikulation wahrgenommener Wörter, wobei unser Gehirn viel mehr leisten muss, beispielsweise die Berücksichtigung und Integration von phonologischen, semantischen, morphosyntaktischen und nicht zuletzt emotionalen Aspekten (vgl. ebd.). Dies weist auf die modulare Verarbeitung von Sprache hin, die in neueren Modellen berücksichtigt wird. Denn letztendlich ist nicht nur von Bedeutung, in welchen Bereichen des Gehirns Sprache verarbeitet wird, also das „Wo“ der Sprache, sondern es ist genauso bedeutsam zu verstehen, wie das Zusammenspiel der verschiedenen mentalen Prozesse aussieht (vgl. ebd., S. 24).

Ein allgemeingültiges Modell, das dieses Zusammenspiel darstellt, gibt es nicht. Die verschiedenen Modelle setzen ihre eigenen Akzente und sind immer als Annäherungen an den Gegenstand zu verstehen. Allerdings werden sie der Komplexität der sprachlichen Verarbeitung besser gerecht als das Wernicke-Geschwind-Modell und verdeutlichen den

Aspekt der Intermodularität: Die Verarbeitung von Sprache kann man sich als ein System von Verarbeitungseinheiten – sogenannten Modulen – vorstellen, welche in einem komplexen Wechselspiel zusammenarbeiten. Bei diesen Modulen handelt es sich beispielsweise um das Erkennen von Sprachlauten und Wörtern (Sprachrezeption) oder um den Ausdruck von Gedanken, das Suchen passender Wörter und die Steuerung der Aussprache (Sprachproduktion). Jedes dieser Module greift dabei auf ein im Langzeitgedächtnis gespeichertes „Wissen über Sprache" zurück; z. B. auf Wissen über phonologische, syntaktische und morphologische Regeln und natürlich auf das mentale Lexikon (vgl. Dijkstra/Kempen 1993, S. 14f.).

2.2 Verarbeitung von Zahlen

Im Folgenden soll beschrieben werden, wie sich die Verarbeitung hinsichtlich Zahlen und zahlbezogener Fertigkeiten vollzieht. Dazu werden zunächst wie oben die entsprechenden beteiligten Gehirnreale bestimmt. Dabei wird differenziert dargestellt, welche Aspekte der Zahlverarbeitung welche Gehirnregion aktivieren. So wird der Zusammenhang zur Verarbeitung von Sprache deutlich werden. Anschließend wird das Triple-Code-Modell nach Dehaene (1992) vorgestellt, das die Zahlverarbeitung konkretisiert und wichtige Anregungen für die Förderung mathematischer Fähigkeiten bietet, wie im Praxisteil später gezeigt werden wird.

2.2.1 Neurologische Grundlagen

Die Erkenntnisse über die Verarbeitung von Zahlen sind relativ jung. Erst im Jahre 1985 entstanden die ersten Bilder vom rechnenden Hirn (vgl. Kucian/von Aster 2005, S. 60). Im Laufe der letzten 25 Jahre hat sich durch die Entwicklung neuer bildgebender Verfahren schließlich gezeigt, dass es keine einzige klar umschriebene Region im Gehirn ist, die uns zum Rechnen befähigt, sondern dass wir im Wesentlichen auf zwei Systeme zugreifen: auf ein bildlich-räumliches und auf ein sprachliches Zahlensystem (vgl. ebd., S. 70).

Das bildlich-räumliche Zahlensystem

Das bildlich-räumliche Zahlensystem findet sich in bestimmten Regionen des Parietallappens beider Hemisphären. In diesem räumlichen System werden Mengengrößen eingeschätzt, Zahlen verglichen und Rechenergebnisse überschlagen. Außerdem ist es für das Bearbeiten schwieriger Rechenaufgaben zuständig, bei denen mathematisches Verständnis und die

Planung von Bearbeitungsschritten erforderlich sind. Das heißt, dieses System greift, wenn kein direkter Abruf von Ergebnissen aus dem Langzeitgedächtnis möglich ist (vgl. Kucian/von Aster 2005, S. 70). Dabei sind bestimmte Regionen in den Parietallappen für unterschiedliche Aspekte zuständig: Der posterior-superiore Parietallappen – das heißt die Region im hinteren, oberen Parietallappen - ist bei vielen Aufgaben aktiv, die numerische Manipulationen erfordern; wie beim numerischen Größenvergleich zweier Ziffern, dem Überschlagen von Rechenaufgaben oder dem Zählen. Außerdem spielt dieser Bereich bei allgemein visuell-räumlichen Aufgaben eine zentrale Rolle (vgl. ebd., S. 63).

Die zweite wichtige Region in den Parietallappen beider Hemisphären ist der intraparietale Sulcus, eine bestimmte Furche im Parietallappen. Diese Furche ist der Sitz des mentalen Zahlenstrahls. Der mentale Zahlenstrahl drückt aus, dass der Mensch eine lineare Vorstellung des Zahlenraums im Kopf hat, wobei diese Zahlenraumvorstellungen von links nach rechts, also in Schreibrichtung organisiert sind: Kleine Zahlen verorten wir auf der linken Seite, große Zahlen auf der rechten Seite (vgl. ebd., S. 62). Dies ist belegt worden durch den bekannten „SNARK-Effekt“ nach Dehaene (1999), der im Rahmen eines psychologischen Experiments festgestellt worden ist: Hierbei mussten die Versuchspersonen an einem Bildschirm beurteilen, ob die gezeigten Zahlen größer oder kleiner als 65 seien. Dabei reagierte die Gruppe, bei denen die Taste für „kleiner als“ mit der linken Hand und die Taste für „größer als“ mit der rechten Hand bedient werden musste, signifikant schneller und sicherer als die Gruppe, bei denen die Tastenbedienung andersherum festgelegt worden war (vgl. Dehaene 1999, S. 97).

Zusammenfassend sind die Funktionen des räumlichen Zahlensystems mit Sitz in den Parietallappen beider Hemisphären folgende: Bearbeiten komplexer Aufgaben, räumlich-visuelle Aspekte wie Größen- und Mengenvergleich, also vor allem approximatives Rechnen, sowie mentaler Zahlenstrahl.

Wie ersichtlich wird, gehört zum Rechnen jedoch deutlich mehr: Wie sieht es aus mit einfachen Rechenaufgaben, die man bereits auswendig kann, oder den Zahlwörtern?

Das sprachliche Zahlensystem

Für Funktionen solcher Art ist das zweite Zahlensystem zuständig, nämlich das sprachliche. Im sprachlichen Zahlensystem wird arithmetisches Faktenwissen abgerufen, wenn einfache Rechenaufgaben gelöst werden, wie beispielsweise sicher beherrschte Additionsaufgaben und automatisierte Multiplikationen. Das heißt, dass geübte Rechner auf ein Vokabular von bekannten Lösungen zurückgreifen können. Zudem kommt dem sprachlichen System eine zentrale Bedeutung hinsichtlich der Verarbeitung von Zahlwörtern zu: Hier erfolgen die phonologische Entschlüsselung und die Erzeugung von gesprochenen Zahlwörtern. Des Weiteren vollzieht sich im sprachlichen System die Zuordnung der begrifflichen Bedeutung der Zahlwörter (vgl. Kucian/von Aster 2005, S. 61, S. 64f., S 70).

Welche Gehirnareale können nun dem sprachlichen Zahlensystem zugeordnet werden?

Zunächst ist zu sagen, dass es – im Gegensatz zum räumlichen System, das beide Hemisphären umfasst – ausschließlich der linken Hemisphäre zuzuordnen ist. Und zwar stellt man in bildgebenden Verfahren beim Vollzug oben genannter geistiger Prozesse eine Aktivierung in zwei Bereichen der linken Hemisphäre fest: Der erste große Bereich ist der präfrontale Kortex; das heißt, es werden bestimmte Bereiche des linken Frontallappens aktiviert. Der zweite Bereich findet sich im linken Parietallappen und ist uns bereits aus Kapitel 2.1 bekannt, in welchem die Sprachverarbeitung dargestellt wurde: Es handelt sich um den Gyrus angularis. Dieses Gehirnareal ist im Wernicke-Geschwind-Modell als Speicher für Buchstaben- und Wortformen beschrieben worden, durch welchen ein gelesenes Wort in die auditorische Form übermittelt wird. Eine analoge Funktion erhält der Gyrus angularis hinsichtlich der Verarbeitung von Zahlen: Er ist an der sprachlichen Verarbeitung von zahlbezogenen Aufgaben beteiligt. Dies zeigt sich beispielsweise bei automatisierten Multiplikationen, bei denen Faktenwissen aus dem semantischen Gedächtnis abgerufen wird. Das heißt, beim Multiplizieren werden Areale aktiviert – unter anderem der Gyrus angularis -, welche auch für das Benennen von Gegenständen gebraucht werden (vgl. ebd., S. 61ff.).

Die Gehirnareale, welche das räumliche und das sprachliche Zahlensystem umfassen, sollen zum Zweck der Veranschaulichung grafisch dargestellt werden:

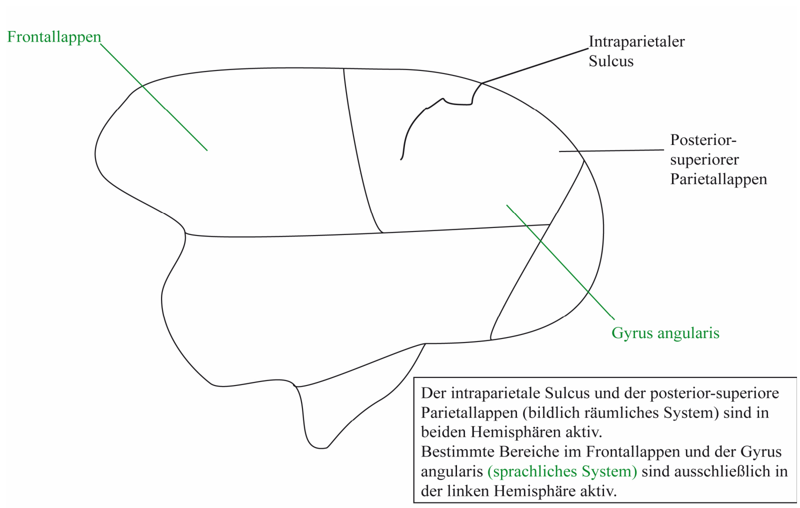


Abb. 3: Räumliches und sprachliches Zahlensystem (Quelle: eigene Darstellung)

Die modulare Verarbeitung von Zahlen unter Einbezug verschiedenster Gehirnareale macht deutlich, dass es nicht ein Hirnareal für den Zahlensinn gibt. Dem räumlichen System im Parietallappen kommt eine rein quantitative Bedeutung zu, die restlichen Aspekte sind in anderen Arealen zu finden – nämlich im sprachlichen System (vgl. Dehaene 1999, S. 223). Dehaene (ebd., S. 212) weist darauf hin, dass die rechte, „nichtsprachliche" Hemisphäre nicht in der Lage ist, alleine zu rechnen: Wenn eine arabische Ziffer nur dem linken Gesichtsfeld, also der rechten Hirnhälfte, gezeigt und die Versuchsperson gebeten wird, Rechnungen mit dieser Zahl auszuführen, gelingt ihr dies nicht. Sie kann das Ergebnis weder nennen noch auf es zeigen. Es ist ihr außerdem nur möglich, ein Ergebnis einer Rechnung als falsch einzuschätzen, wenn es ganz grob falsch ist. Dies macht deutlich, was oben beschrieben ist: Die rechte Hemisphäre kann ausschließlich Näherungen finden, das Bestimmen eines Ergebnisses ist nur mit Hilfe der linken möglich.

Außerdem ist die rechte Hirnhälfte unfähig, Zahlen zu erkennen, wenn sie als Wort geschrieben sind. Genauso wenig kann eine arabische Ziffer benannt werden. Dies wird deutlich bei einer Schädigung der linken Hemisphäre: Ein betroffener Patient Dehaenes konnte die Ziffer 6 auf dem Computerbildschirm nicht benennen, aber mit der Hand anzeigen, dass sie größer als 5 ist (vgl. ebd., S. 211). Das heißt, die rechte Hirnhälfte konnte nur die Quantität abschätzen.

Diese Beispiele zeigen, in welchem Umfang die Verarbeitung von Zahlen sprachliche Aspekte beinhaltet. Es wird deutlich, dass die Bedeutung einer Zahl sich erst aus einer Vernetzung verschiedener Zahlaspekte zusammensetzt – und zwar sowohl aus quantitativen Aspekten als auch aus sprachlichen. Dehaene (1992) veranschaulicht dies in seinem Triple-Code-Modell, das in Folgendem vorgestellt wird.

2.2.2 Das Triple-Code-Modell nach Dehaene (1992)

Dieses Modell kann heute als zentraler Bezugspunkt für die Beschreibung der geistigen Funktionen der Zahlverarbeitung und des Rechnens bei fortgeschrittenen Rechnern gelten. Es basiert auf den oben beschriebenen Kenntnissen über die Verarbeitung der verschiedenen Zahlaspekte im Gehirn und ihre entsprechende Lokalisation. Grundlage des Triple-Code-Modells ist folgende Aussage Dehaenes (1992, S. 30): „numbers may be represented mentally in three different codes". Das heißt, das Modell basiert auf der Unterscheidung dreier Module, in denen Zahlen unterschiedlich codiert sind und für verschiedene zahlenbezogene Aufgaben zuständig sind. Zwischen den drei Modulen besteht eine stetige Kommunikation.

Das erste Modul nennt Dehaene „Analogue Magnitude Representation": In diesem Modul ist

eine Zahl auf dem mentalen Zahlenstrahl repräsentiert. Die Zahl wird hier als analoge Größenrepräsentation verarbeitet, sozusagen als näherungsweise Vorstellung.
Beim zweiten Modul handelt es sich um die „Visual Arabic Number Form“: Hier ist eine Zahl als arabische Ziffer codiert, die entsprechend gelesen oder geschrieben werden kann.
Im dritten Modul schließlich, dem „Auditory Verbal Word Frame“, ist eine Zahl verbal als Zahlwort repräsentiert (vgl. Kucian/von Aster 2005, S 59; Krajewski 2005, S. 156; Schäfer 2005, S. 188f.).
Zwecks der Veranschaulichung soll das Triple-Code-Modell grafisch dargestellt werden. Es handelt sich dabei um eine modifizierte Darstellung nach von Aster (1996), welche in deutscher Sprache formuliert ist und übersichtlicher ist als die Originaldarstellung von Dehaene.

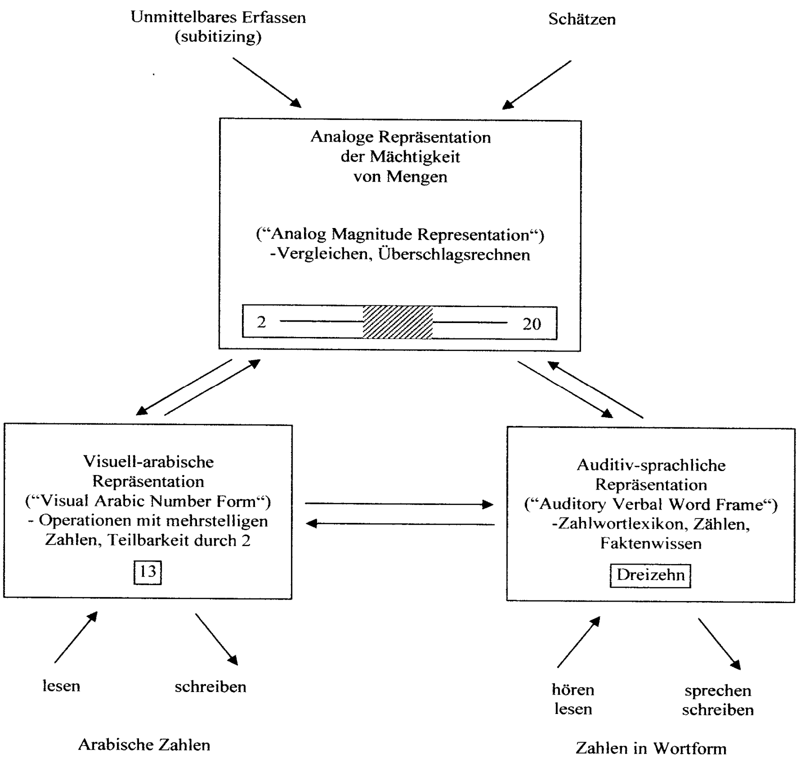


Abb. 4: Triple-Code-Modell nach Dehaene (1992) (Darstellung durch von Aster 1996, hier nach Gerster/Schultz 2004, S. 226)

2.3 Zusammenfassung

Insgesamt ist dargestellt worden, dass sowohl die Verarbeitung von Sprache als auch die Verarbeitung von Zahlen intermodulare Vorgänge sind, es sich also um ein komplexes Zusammenspiel verschiedenster Komponenten und entsprechender Hirnregionen handelt. Dabei ist deutlich geworden, dass die Verarbeitung von Zahlen ohne sprachliche Aspekte

nicht auskommen würde: Ein schneller Abruf von arithmetischem Faktenwissen, das Erkennen und Benennen von Zahlwörtern und Ziffern – all dies wäre unmöglich. Krajewski (2005, S. 156) bezeichnet in diesem Sinne Ziffern und Zahlwörter als „Werkzeug“, mit dessen Hilfe konkrete Mengen dargestellt und verarbeitet werden.
Die Essenzialität sprachlicher Aspekte bei der Verarbeitung von Zahlen legt nahe, dass eine Störung sprachlich bedingter Prozesse sich auf die Zahlverarbeitung und das Rechnen in bedeutsamer Weise auswirken kann, wie sich später zeigen wird.

3. Der sprachliche Bedeutungserwerb und seine Störungen

Um später einen Zusammenhang zwischen semantischen Störungen und mathematischen Schwierigkeiten herstellen zu können, soll zunächst erläutert werden, wie Kinder Sprache erwerben. Im Hinblick auf die Fragestellung meiner Arbeit konzentriere ich mich auf den Erwerb von Bedeutungen und lasse grammatische und phonetisch-phonologische Aspekte weitgehend außen vor. Es sollen die „Meilensteine“ des sprachlichen Bedeutungserwerbs erläutert werden, die für das Verständnis von semantisch-lexikalischen Störungen und damit verbundenen mathematischen Schwierigkeiten bedeutsam sind. Diese Meilensteine des Bedeutungserwerbs werden im Sinne der Übersichtlichkeit zeitlich in die Punkte „vorsprachliche Kommunikation“, „erste sprachliche Äußerungen“ und „Erweiterung und Organisation des Lexikons“ eingeordnet. Ich möchte jedoch anmerken, dass diese Einordnung rein analytisch ist. Die einzelnen Aspekte sind innerhalb des gesamten Spracherwerbs in einer Interaktion miteinander bedeutsam und nicht auf eine zeitliche Phase beschränkt.
Im Anschluss an die Meilensteine des Bedeutungserwerbs werden mögliche Störungen beim Erwerb von Bedeutungen dargestellt. Dies dient als Basis dafür, im späteren Verlauf der Arbeit Zusammenhänge zu mathematischen Schwierigkeiten herzustellen.

3.1 Zentrale Aspekte des Bedeutungserwerbs

Füssenich (^{5}2002, S. 64) betont, dass der Erwerb von Bedeutungen einer der wichtigsten, aber auch der schwierigste und somit auch der am wenigsten erforschte Bereich des Spracherwerbs ist. Die Besonderheit des Bedeutungserwerbs ist, dass er nicht auf eine bestimmte zeitliche Lebensphase beschränkt ist – im Gegensatz zum phonologischen und grammatischen System der Erstsprache: „Beim Erwerb semantischer Fähigkeiten lernt man nie aus“ (ebd.). Auch Wespel (2008, S. 8) betont, der Wortschatzzuwachs halte ein Leben lang an, und veranschaulicht dies mit folgendem Beispiel: „Alle Erwachsenen mussten z. B. in den letzten

Jahren neue Wörter wie ´Internet´ oder ´Feinstaubverordnung´ hinzulernen“. Dabei sind die zum semantischen Lernen zugehörigen Bereiche wenig eingrenzbar: Sowohl Sprachproduktion als auch Sprachverstehen sind bedeutsam, und semantisches Lernen bezieht sich nicht nur auf die mündliche Sprache, sondern ist auch in der Schriftsprache relevant (vgl. Füssenich [5]2002, S. 64).
Wie erfolgt nun der „Einstieg“ der Kinder in diesen komplexen Bedeutungserwerb?

3.1.1 Vorsprachliche Kommunikation

Interaktionstheorie nach Bruner: Die Bedeutsamkeit gemeinsamer Handlungskontexte (vgl. Füssenich [5]2002, S. 67; Füssenich/Geisel 2008, S. 11):
Die interaktionistische Sicht des Spracherwerbs betont, dass dieser nicht die alleinige Leistung des Kindes ist, sondern ein dialogischer Prozess, an dem Kinder und Bezugspersonen gleichermaßen beteiligt sind: „Spracherwerb ist kein Solo-Ausflug des Kindes, sondern eine Transaktion, die einen aktiven Sprachschüler und einen ebenso aktiven Sprachlehrer voraussetzt“ (Bruner 1981, S. 22). Das heißt, Kind und Bezugsperson treten in Interaktionen miteinander ein, die ihren Anfang in der Befriedigung lebenswichtiger Grundbedürfnisse des Säuglings haben: Der Säugling verfügt über angeborene Verhaltensweisen wie Schreien oder Saugen, um seine Ansprüche auszudrücken. Auf diese Verhaltensweisen reagiert der Erwachsene in einer bestimmten Weise und bringt so seine Absichten in den Dialog mit dem Säugling ein. So erlernt der Säugling bereits durch frühe Interaktionen mit den Bezugspersonen kommunikative Regeln. Dies bedeutet, dass der Spracherwerb bereits beginnt, bevor das Kind seine ersten „sprachlichen Äußerungen“ von sich gibt. Außerdem ist entscheidend, dass dem Erwachsenen eine aktivere Rolle bei der Unterstützung des kindlichen Spracherwerbs zukommt, als nur Modell zu sein: „Mütter sind die besten Sprachlehrer ihrer Kinder. Ohne es zu wissen, vermitteln sie ihnen spielend die notwendigen Lernfortschritte. Vorsprechen und Nachsprechen sind von geringer Bedeutung. Das eigentliche Geheimnis liegt in der Interaktion – dem Problemlösen im Dialog“ (ebd., S. 12). Die Interaktionen zwischen Erwachsenem und Kind finden dabei in konkreten Handlungskontexten bzw. in zur Routine gewordenen Alltagssituationen statt, welche Bruner (1990) als „Formate“ bezeichnet. Beispiele für Formate sind zunächst Baden, Füttern, Wickeln und später das Anschauen von Bilderbüchern oder Spiele. Formate sind also sowohl in vorsprachlichen Kontexten als auch beim weiteren Spracherwerb von entscheidender Bedeutung! Durch vertraute Formate können Erwachsene im Sinne der sogenannten „Feinabstimmung“ (Bruner 1981) die sprachlichen Merkmale betonen, die den Fähigkeiten

und Bedürfnissen des Kindes entsprechen. Dabei wird zunächst etwas Neues eingeführt und nach und nach an das Kind übergeben, sobald dies seine Fähigkeiten ermöglichen. Formate sind also ein Hilfssystem zum Spracherwerb (vgl. Bruner [2]2002, S. 33).

Aus diesen Erkenntnissen heraus schließt Bruner ([2]2002), dass ein Kind mehr braucht als seine angeborene Fähigkeit zum Spracherwerb, die von Chomsky (1959) als „Language Acquisition Device“ (LAD) bezeichnet wird: Es benötigt außerdem ein „Unterstützungssystem für den Spracherwerb“, das Bruner „Language Aquisition Support System“ (LASS) nennt. LAD und LASS werden in einem Zusammenspiel wirksam.

Triangulärer Blickkontakt und die Entwicklung von Referenzbezügen

Innerhalb der vorsprachlichen Kommunikation äußert sich das Kind im Laufe der Zeit immer zielgerichteter. Gegen Ende des ersten Lebensjahres ist das Kind schließlich dazu in der Lage, seinen Blick zwischen der Bezugsperson und einem Objekt zu wechseln. Dadurch entsteht das Dreieck: Kind – Bezugsperson – Objekt. Dies wird was als triangulärer Blickkontakt bezeichnet und gilt als Bindeglied zwischen der vorsprachlichen und der sprachlichen Phase (vgl. Zollinger [7]2007; hier nach Füssenich [5]2002, S. 69).

Füssenich (ebd., S. 69f.) bezieht sich auf Bruner (1979), wenn sie darstellt, dass anschließend innerhalb von kommunikativen Austauschprozessen Referenzbezüge hergestellt werden, d. h. das Kind gemäß seiner kommunikativen Fähigkeiten auf Objekte hinweist. Bruner nennt drei verschiedene Formen von Referenzbezügen im Laufe der Entwicklung des Kindes: Beim ersten Referenzbezug, dem „Hinweisen“, signalisiert das Kind mittels gestischer, verhaltensmäßiger und lautlicher Äußerungen seine Abneigung oder Zuneigung. Dies ist in einfacher Form bereits zu Beginn des ersten Lebensjahres möglich. Den zweiten Referenzbezug stellt das Beherrschen von deiktischen Ausdrücken („da“, „dort“) dar. Als dritter Bezug erfolgt schließlich das Benennen, bei welchem das Kind konventionalisierte lexikalische Ausdrücke erfährt und verwendet. Innerhalb der Entwicklung von Referenzbezügen tritt das Kind also von der vorsprachlichen Kommunikation zu ersten Wortäußerungen über und erfährt in zunehmender Weise den Symbolcharakter von Sprache.

Die Bedeutung der Objektpermanenz

Füssenich und Geisel (2008, S. 11) betonen, dass der Objektpermanenz beim Übergang von der vorsprachlichen Kommunikation zur Sprache eine zentrale Rolle zufällt. Objektpermanenz meint dabei das Wissen, dass Objekte auch außerhalb der eigenen Wahrnehmung vorhanden sind. Dies impliziert, dass das Objekt von der eigenen Handlung gelöst wird und so Objekt und Handlung getrennte Repräsentationen darstellen. Die Vorstellung von einem nicht vorhandenen Objekt ist deshalb so entscheidend, da dieses Vorstellungsbild die früheste Form von Symbolen darstellt.

3.1.2 Erste sprachliche Äußerungen

Die Phase der ersten 50 Wörter

Das Kind produziert schließlich seine ersten Wörter im Alter von 10 bis 18 Monaten und erwirbt innerhalb einiger Monate ein kleines Lexikon von bis zu 50 Wörtern, weshalb diese Phase auch als „Phase der ersten 50 Wörter“ bezeichnet wird (vgl. Rothweiler/Meibauer 1999, S. 13). Dabei gehören viele der ersten Wörter der Wortklasse der Nomen an, mit welchen kleine Kinder über Gegenstände und Personen in ihrer unmittelbaren Umwelt sprechen. Neben Nomen finden sich im frühen Vokabular außerdem Wörter für Begrüßungen und andere soziale Routinen sowie Partikel. Verben, Adjektive, Artikel und Präpositionen kommen später hinzu, wobei die Kinder auch hier mit Wörtern aus ihrer eigenen Erfahrung beginnen (vgl. Szagun ²2008, S. 114ff.).

Sympraktischer Charakter der ersten Wörter

Die ersten Wörter unterscheiden sich in vieler Hinsicht von Wörtern in der Erwachsenensprache. Dies betrifft sowohl ihre lautliche Struktur als auch ihre Funktion. Die ersten Wörter sind kontextgebunden, sie werden nur in klar umschriebenen Zusammenhängen und in bestimmten Situationen verwendet (vgl. Rothweiler/Meibauer 1999, S. 13). Dabei ist das Wort noch untrennbar mit einer praktischen Handlung verbunden und bezeichnet noch nicht einen Gegenstand, sondern nur ein bestimmtes Merkmal dessen. Wenn ein Kind beispielsweise „Mama“ äußert, verbindet es damit nicht nur die Person der Mutter, sondern auch Tätigkeiten wie gestreichelt und gefüttert werden, welche es mit der Mutter verbindet (vgl. Lurija 1986; hier nach Füssenich/Geisel 2008, S. 13). Dies bedeutet gemäß der Bezeichnung Lurijas (1982), dass das Wort zunächst sympraktischen Charakter hat (vgl. Füssenich ⁵2002, S. 72).

Über- und Unterdehnungen

Kinder eignen sich schon früh Wörter an, die sie der Erwachsenensprache entnehmen, aber sie verbinden häufig noch eine andere Bedeutung damit. Das heißt, sie gebrauchen Wörter der Erwachsenensprache, haben jedoch ein anderes Wissen über den dahinterstehenden Sachverhalt – einen anderen Begriff. In diesem Zusammenhang treten beim Erwerb von

Wörtern und Begriffen Über- und Unterdehnungen auf (vgl. Füssenich/Geisel 2008, S. 13). So werden z. B. zeitweise alle Vierbeiner als „Wauwau" bezeichnet bzw. nur Babyflaschen aus Plastik als „Flasche". Der Erwerb eines Wortes verläuft also über eine allmähliche Annäherung an die zielsprachliche Bedeutung (vgl. Rothweiler/Meibauer 1999, S. 17).

Zum Sprachverstehen

Untersuchungen haben gezeigt, dass die Entwicklung des Sprachverstehens und seine Beziehung zur Produktion nicht als ein einfaches zeitliches Nebeneinander betrachtet werden kann (vgl. Füssenich/Geisel 2008, S. 14). Allgemein gilt, dass das Sprachverstehen der Sprachproduktion vorausgeht, was sich beispielsweise bei der Überdehnung von Wörtern zeigt: „Kinder, die angesichts des begrenzten Repertoires an Wörtern bei der Sprachproduktion bekannte Wörter überdehnen, z. B. \`Hund´ für eine Gruppe von Vierbeinern, sind in dieser Entwicklungsphase trotzdem in der Lage, die korrekten Bezeichnungen für verschiedene Tiere zu verstehen" (ebd.).

Insgesamt entwickelt sich das Sprachverstehen in der Weise, dass die Kinder zu Beginn Äußerungen zunächst vorwiegend aufgrund von Schlüsselwörtern und auf der Basis von gemeinsamen Handlungen interpretieren. Das bedeutet, dass sie aus einer Äußerung Inhaltswörter wie Nomen und Verben herausgreifen und grammatischen Bezügen noch keine Aufmerksamkeit widmen (vgl. ebd.). Mathieu (2007, S. 6) stellt dar, dass die Kinder schließlich immer mehr dazu in der Lage sind, Zusammenhänge sowie zeitliche und räumliche Abfolgen zu verstehen – und zwar sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht. Im frühen Schulalter sind die Kinder schließlich in der Lage, auch umfassende Sachverhalte zu verstehen, die mittels komplexer Grammatik dargestellt werden. Im Rahmen der weiteren sprachlichen Entwicklung gleichen sich Sprachproduktion und Verstehen insgesamt zunehmend an (vgl. Füssenich/Geisel 2008, S. 14).

3.1.3 Erweiterung und Organisation des Lexikons

Begriffsbildung

Mit der Zeit erweitert sich das Lexikon eines Kindes, wobei die Bedeutungen differenzierter werden. Füssenich und Geisel (ebd., S. 13f.) zeigen dies in Anlehnung an Vygotskij (2002) auf, der feststellt, dass sich die Begriffsbildung grob in drei Stufen entwickelt und sich in der Wortbedeutung Sprache und Denken verbinden. Wie oben bereits erläutert, bezeichnen Kinder auf der ersten Stufe Gegenstände aufgrund eines Merkmals als Wort, was Vygotski „synkretistische Begriffsbildungen" nennt. Diese Stufe wird schließlich abgelöst durch das

„Denken in Komplexen“, bei welchem die Kinder zunehmend von ihren subjektiven Erfahrungen abstrahieren und objektivere Beziehungen entdecken. Ältere Kinder erreichen schließlich die Phase der „Pseudobegriffe“. Hier verwenden sie Wörter der Erwachsenensprache, haben diese jedoch inhaltlich noch nicht voll erfasst, was mit der abweichenden kindlichen Denkweise zusammenhängt. In diesem Sinne stellt Füssenich ([5]2002, S. 74) fest, dass auch ältere Kinder mit einigen Wörtern noch nicht die gleiche Bedeutung wie Erwachsene verbinden. Füssenich und Geisel weisen darauf hin, dass Szagun ([2]2008, S. 103) deshalb zwischen Wort und Begriff unterscheidet: „Ein Begriff ist das gesamte Wissen eines Menschen über einen Sachverhalt (…). Dementsprechend ist das Wort die Bezeichnung für einen Begriff“ (Füssenich/Geisel 2008, S. 13). Die höchste Stufe der Begriffsbildung nach Vygotski – die der „wissenschaftlichen Begriffe“ – wird erst von älteren Schulkindern erreicht. Diese sind die Grundlage für abstraktere Denkprozesse (vgl. ebd., S. 14).

Insgesamt wird deutlich, dass die Sprache sich im Laufe der Entwicklung immer weiter von konkreten Objekten und Erfahrungen löst und durch Abstraktionsprozesse zunehmend ein eigenes System bildet, wobei das Wort und der kindliche Begriff sich immer mehr decken. Schließlich werden Operationen und Erkenntnisse allein auf symbolischer Ebene möglich (vgl. Nolte 2000, S. 24).

Kombination von Lexemen und Wortneubildungen

Beim Erwerb von Wortbedeutungen ist die zugrunde liegende Analyseeinheit nicht eindeutig (vgl. Füssenich [5]2002, S. 64). Dass jedoch eher nicht vom Wort, sondern vom Lexem bzw. Kernmorphem als Einheit auszugehen ist, legt folgende kindliche Vorgehensweise nahe: „Kinder lernen nicht einzelne Wörter, sondern entnehmen der gesprochenen Sprache Lexeme, die sie neu kombinieren“ (Füssenich/Geisel 2008, S. 15). Kinder gehen von bekannten Lexemen aus und kombinieren sie, um für sich eigene Bedeutungen auszudrücken, wobei sogenannte Wortneubildungen oder Wortneuschöpfungen entstehen können (vgl. ebd.).

Füssenich ([5]2002, S. 77f.) bezieht sich auf Clark (1985), wenn sie die kindliche Fähigkeit, neue Wortformen zu bilden, in vier Erwerbsprinzipien zusammenfasst und mit eigenen Beispielen illustriert:

Beim „Prinzip der semantischen Transparenz“ wählen Kinder eigenständige Wörter aus und kombinieren diese, um neue Bedeutungen zu bezeichnen (z. B. „Blumenmann“ für „Gärtner“).

Das „Prinzip der einfachen Formen“ besagt, dass Kinder ein Wort in eine andere

Wortkategorie einordnen, um die Wortform möglichst in einfacher Weise verändern zu können (z. B. „schlüsseln“ für „Tür aufschließen“).
Teilweise übergeneralisieren Kinder bestimmte sprachliche Formen (z. B. „Papagei“ – „Mamagei“), was Clark „Prinzip der Regularisierung“ nennt. Beim „Prinzip der Produktivität“ orientiert sich das Kind an den am häufigsten verwendeten Mitteln zur Wortbildung und bildet Wörter entsprechend (z. B. „zermischen“ statt „vermischen“).

Wortschatzspurt und Erweiterung kommunikativer Fähigkeiten

Gegen Ende des zweiten Lebensjahres setzt der sogenannte Wortschatzspurt ein. Nun nehmen die Kinder mehrere Wörter am Tag in ihr Lexikon auf (vgl. Rothweiler/Meibauer 1999, S. 16). In dieser Zeit verbessern die Kinder ihren Wortschatz jedoch nicht nur in quantitativer, sondern auch in qualitativer Hinsicht. Sie erweitern ihre Fähigkeiten beispielsweise durch folgende Äußerungen, die Füssenich und Geisel (2008, S. 15, S. 55) in einem Beobachtungsbogen zusammengefasst haben:

- Sie fragen nach unbekannten Begriffen.
- Sie teilen mit, wenn sie Äußerungen nicht verstehen.
- Sie bilden Neuschöpfungen (s. o.).
- Sie korrigieren ihre Äußerungen, wenn sie Fehler vermuten (spontane Selbstkorrektur).
- Sie korrigieren ihre eigene Sprache, wenn die Kommunikationspartnerin sie nicht verstanden hat (elizitierte Selbstkorrektur), oder korrigieren die der Kommunikationspartnerin (Fremdkorrektur).
- Sie imitieren Äußerungen.
- Sie haben Spaß mit Sprache zu spielen.

Außerdem gewinnen Gespräche über Sprache immer mehr an Bedeutung. Das heißt, die Kinder denken immer mehr über Sprache nach und entwickeln so metasprachliche Fähigkeiten (vgl. ebd., S. 16). In diesem Zusammenhang haben zum Zeitpunkt der Einschulung Rollenspiele eine große Bedeutung für Kinder. Hier setzen sie Sprache auf neue Weise ein: „Sprache erhält die Kraft, Gegenständen, Personen sowie Handlungen neue Bedeutungen zu geben. Darüber hinaus kann Sprache auch imaginäre Personen und Objekte erzeugen, die nicht durch Gegenstände repräsentiert werden“ (ebd.). Dies wird ersichtlich, wenn Kinder beispielsweise einen Karton in eine Hundehütte umdeuten und so tun, als sei der Karton eine Hundehütte (vgl. Andresen 2005; hier nach ebd.). Das bedeutet, dass die Kinder Gegenstände im Zusammenhang mit Sprache symbolisch verwenden.

Organisation des Lexikons

Wenn Kinder immer mehr Wörter in ihr Lexikon aufnehmen, die Begriffe objektiver und differenzierter sowie die kommunikativen Anforderungen bei der Auseinandersetzung mit der Umwelt umfangreicher und anspruchsvoller werden, kommt der Organisation des mentalen Lexikons immer mehr Bedeutung zu.

Ein wichtiger Ausgangspunkt für die Organisation des mentalen Lexikons ist folgender: „Kein Wort lebt für sich, Wörter sind eingebunden in ein Netz aus Beziehungen (…)“ (Eisenberg/Linke 1996, S. 29). Dabei bestehen Beziehungen zwischen Wörtern auf der lautlichen, morphologischen und der semantischen Ebene (vgl. ebd.). Das mentale Lexikon ist ein flexibles Netzwerk, in dem die Wörter über diese Beziehungen miteinander vernetzt sind.

Auf der semantischen Ebene bestehen folgende Vernetzungsformen:

Relevant sind erstens Bedeutungsrelationen, wie beispielsweise Synonyme (z. B. anfangen – beginnen), Bedeutungsähnlichkeit (Schüssel – Schale) oder Antonymie (groß – klein) (vgl. ebd., S. 24).

Innerhalb eines Wortfeldes vernetzen sich bedeutungsähnliche Wörter zueinander über die Beziehung Gleichheit und Verschiedenheit. Dabei erscheinen uns Wortbedeutungen als Bündel von semantischen Merkmalen und die Vernetzung von Wörtern erfolgt über den Vergleich dieser Merkmale. Die Beziehungen der Wörter innerhalb eines semantischen Feldes können auf einer gemeinsamen Ebene miteinander vernetzt sein oder auch hierarchisch, d. h. als Ober- und Unterbegriff: Ein Wortfeld wäre beispielsweise „Möbel“. Dieser Oberbegriff lässt sich weiter ausdifferenzieren in „Sitzmöbel“ und diese wiederum in „Sessel“, „Stuhl“ und „Sofa“. So betrachtet wäre „Möbel“ der Oberbegriff für „Sitzmöbel“ und jener wiederum der Oberbegriff für „Sessel“, „Stuhl“ und „Sofa“, welche auf derselben Ebene miteinander vernetzt sind und sogenannte Basiskonzepte darstellen (vgl. ebd., S. 26).

Eine weitere, etwas anders akzentuierte Vernetzungsform ist die der Typikalität bzw. des Prototyps. Hier ist die Frage zentral, welches Möbelstück ein besonders „typisches“ ist und wie nah oder fern andere Möbelstücke diesem Prototyp stehen. Daraus ergibt sich eine Hierarchie: Beispielsweise sind Stuhl oder Tisch „typischere“ Möbel als Truhe oder Vitrine. Häufig werden Basiskonzepte als besonders „typisch“ empfunden (vgl. ebd.).

Vernetzungen zwischen Wörtern sind auch über außersprachliche Kontexte möglich. Diese Art der Vernetzung wird als Frame bzw. Script bezeichnet. Man spricht von Frame, wenn es sich um eher statisch organisierte Wissensbestände handelt – z. B. um das Wissen, welche Gegenstände und Personen sich normalerweise auf einem Spielplatz befinden. Von Script

spricht man bezüglich prozessual organisierter Wissensbestände – z. B., wenn man das Wissen über den Ablauf eines Essens im Restaurant meint (vgl. Eisenberg/Linke 1996, S. 26).
Rothweiler und Meibauer (1999, S. 12) weisen darauf hin, dass das kindliche Lexikon zu Beginn kleiner und vor allem auch anders organisiert ist als das eines Erwachsenen, und dass die Lexikoneinträge im zeitlichen Verlauf des Erwerbs verändert und erweitert werden. Dabei werden Beziehungen zwischen Einträgen hergestellt, umgebaut und gefestigt.

3.1.4 Aspekte des Erwerbs von Deutsch als Zweitsprache

Hinsichtlich des Erwerbs des Deutschen als Zweitsprache ist ein spezifischer Blick notwendig, denn die Sprache mehrsprachiger Kinder hat eine eigenständige, dynamische Entwicklung, die ihren spezifischen Gesetzmäßigkeiten unterliegt (vgl. Triarchi-Herrmann 2002, S. 38).
Jeuk (2003, S. 55) betont, dass mehrsprachige Entwicklung kein einheitliches Phänomen ist und die Ergebnisse der Bilingualitätsforschung nur bedingt verallgemeinerbar sind. Dies wird bereits ersichtlich, wenn man den Zeitpunkt des Kontaktes mit der zweiten Sprache betrachtet: So ist zu unterscheiden zwischen dem simultanen Erwerb zweier Sprachen und dem sukzessiven Bilingualismus, bei welchem die Zweitsprache zeitlich nach der Erstsprache erworben wird. Allerdings kann es auch zu Mischformen kommen (vgl. ebd., S. 43f.). Außerdem spielt der Erwerbskontext eine entscheidende Rolle. So erklärt Schmitman (2007, S. 58ff.) unter Bezugnahme auf Cummins (1982): Der Erwerb von mehreren Sprachen wird durch ein Zusammenspiel aus vielen Faktoren beeinflusst; unter anderem durch individuelle Faktoren wie Motivation und Begabung, linguistische Faktoren wie die Struktur der Zweitsprache, soziokulturelle Faktoren (z. B. Sprachen in der Umgebung sowie ihre Bewertung, kulturelles Kapital und Sprachförderung in der Familie) und nicht zuletzt auch durch unterrichtliche Faktoren.
Es gibt eine Reihe von verschiedenen Theorien zum Zweitspracherwerb, wobei keine für sich alleine in der Lage ist, den Erwerb einer Sprache in seiner komplexen Ganzheit zu erklären (vgl. Jeuk 2003, S. 13). Dabei möchte ich kurz einige relevante Theorien darstellen, da sie auch für das Verständnis für Schwierigkeiten bei mehrsprachigen Kindern wichtig sind.
In der Sprachwissenschaft anerkannt ist die Interlanguage-Hypothese, die im Kern besagt, dass der Lerner beim Erwerb einer weiteren Sprache eine sogenannte Interlanguage entwickelt, welche Züge von Erst- und Zweitsprache sowie weitere unabhängige Merkmale aufweist, also insgesamt durch Transferprozesse und Interferenzen entsteht. Damit hängt das Code-Switching zusammen, das Umschalten eines Sprechers von einer Sprache zur anderen

(vgl. Moser 2007, S. 108). Weitere relevante Hypothesen sind die Schwellenniveauhypothese nach Skutnabb-Kangas/Toukomaa (1976) sowie die daraus entwickelte Interdependenzhypothese nach Cummins (1984). Die Grundgedanken dieser Theorien sind, dass eine ausreichende Kompetenz in der Erstsprache vorhanden sein muss, damit der Zweitspracherwerb eine positive Wirkung entfalten kann bzw. dass sich die Zweitsprache auf der Grundlage einer intakten Erstsprache entwickelt. Außerdem wird davon ausgegangen, dass die Kompetenz, die ein zweisprachiges Kind in der Zweitsprache erreicht, zum Teil vom Stand der Kompetenzentwicklung der Erstsprache beim ersten Kontakt mit der Zweitsprache abhängt (vgl. Jeuk 2003, S. 24f.). Mithilfe der Interdependenzhypothese kann also gezeigt werden, dass der Erwerb einer zweiten Sprache auf der Erstsprache aufbaut (vgl. ebd., S. 27).

Festzuhalten ist, dass der Erwerb des Deutschen als Zweitsprache nicht von grundsätzlich anderer Natur ist als der Erstspracherwerb, sondern in wesentlichen Punkten mit ihm vergleichbar ist. Andererseits folgt der Zweitspracherwerb seinen eigenen Gesetzmäßigkeiten und Entwicklungslinien. In diesem Sinne wird deutlich, dass es beispielsweise nicht sinnvoll ist, Altersnormen anzuwenden, wenn man die Sprachentwicklung eines Kindes im Kontext von Mehrsprachigkeit analysiert, sondern dass vielmehr von Entwicklungsnormen auszugehen ist (vgl. Füssenich/Geisel 2008).

3.2 Störungen beim Erwerb von Bedeutungen

Nicht alle Kinder erwerben Sprache so reibungslos wie in Kapitel 3.1 dargestellt, sondern sie weisen Störungen in der semantisch-lexikalischen Entwicklung auf.

Füssenich (^{5}2002, S. 84f.) stellt fest, dass in vielen Veröffentlichungen zu Sprachentwicklungsstörungen der semantische Bereich immer noch vernachlässigt wird und Schwierigkeiten beim Erwerb von Bedeutungen häufig auf das Symptom eingeschränkter Wortschatz reduziert werden. Mögliche Störungen beim Erwerb von Bedeutungen können in sämtlichen Entwicklungsphasen auftreten – auch bereits in der vorsprachlichen Phase, wenn beispielsweise der Aufbau von gemeinsamen Handlungsabläufen eingeschränkt ist. Bei vielen betroffenen Kindern tauchen die ersten Wörter erheblich später auf und die Zunahme und Vervollständigung des Lexikons stagniert, wodurch die Kinder bedeutsame Entwicklungsstufen kaum erreichen. Dies wirkt sich auch auf ihre kognitive Entwicklung aus.

Der Bedeutungserwerb ist ein komplexer Prozess (vgl. Füssenich/Geisel 2008, S. 17), bei dem in den Bereichen Wortschatz, Sprachverständnis und Wortfindung Schwierigkeiten auftreten können. Semantische Störungen können sich des Weiteren auf den Schriftspracherwerb auswirken und im Kontext von Mehrsprachigkeit auftreten. Die einzelnen Bereiche werden im Folgenden genauer erläutert.

3.2.1 Reduzierter Wortschatz und fehlende Strategien zur Wortschatzerweiterung

Bei Kindern mit semantisch-lexikalischen Störungen ist der Umfang des rezeptiven und produktiven Wortschatzes vermindert und die lexikalische Vielfalt gering; sie fallen also durch einen eingeschränkten Wortschatz auf. Glück ([3]2009, S. 77) betont, dass betroffene Kinder sich stark auf Wörter zurückziehen, die Basiskonzepten angehören, sowie sensorisch erfahrbar und damit weniger abstrakt sind.

Die Problematik bezieht sich nicht nur auf quantitative Aspekte, sondern auch auf die Qualität der gespeicherten lexikalischen Repräsentationen. Dies bedeutet, dass das Wissen um Wortbedeutungen unvollständig ist und die Lexikoneinträge unzureichend spezifiziert sind. Außerdem erweist sich die Organisation des mentalen Lexikons als undifferenziert und ungenügend strukturiert (vgl. Kauschke/Rothweiler 2007, S. 240). Die Wortbedeutungen sind also nicht ausreichend mit semantischen Merkmalen gefüllt und die Wörter nicht angemessen miteinander vernetzt. Dies führt dazu, dass betroffene Kinder folgende Verhaltensweisen zeigen:

- Sie ersetzen Ausdrücke, die ihnen fehlen, durch allgemeine Oberbegriffe (z. B. „Frau“ statt „Braut“; „Feuer“ statt „Streichhölzer“) oder wählen Wörter aus demselben semantischen Feld (z. B. „Wasser“ statt „Milch“). Dies zeigt, dass diese Kinder Schwierigkeiten haben, innerhalb eines semantischen Feldes exakt zu differenzieren (vgl. Füssenich 2002[5], S. 85f.). Außerdem werden Wörter durch lautlich ähnliche Wörter (z. B. „Bohne“ für „Birne“) oder durch beliebige andere Wörter ersetzt (vgl. Füssenich/Geisel 2008, S. 19).

Füssenich und Geisel (ebd., S. 18f., S. 56f.) zeigen in einem zweiten Beobachtungsbogen, dass Kinder mit Schwierigkeiten beim Bedeutungserwerb noch auf weitere Verhaltensweisen zurückgreifen, welche nicht zu einer Erweiterung ihrer sprachlich-kommunikativen Fähigkeiten beitragen. Dies liegt daran, dass diese Kinder auf früheren Entwicklungsstufen verharren (vgl. auch Füssenich [5]2002, S. 89ff.):

- Sie greifen beispielsweise auf Verständigungsmöglichkeiten aus der vorsprachlichen Kommunikation zurück, da Gesten oder deiktische Ausdrücke für sie die einzige Möglichkeit darstellen, sich auf Unbekanntes zu beziehen.
- Die Kinder zeigen Vermeidungsverhalten, was sich in Schweigen oder ausweichendem Verhalten zeigen kann. Beispielsweise fangen sie bei sprachlicher Überforderung an, von

irgendetwas Anderem zu erzählen. Weitere Verhaltensweisen sind ausweichende Antworten und Antworten mit Ganzheiten: „Was habt ihr da gespielt?“ – „Weiß nicht mehr.“ / „Was hast du gestern gemacht?“ – „Des da alles.“

- Wenn den Kindern sprachliche Kategorien fehlen, um ihre Erkenntnisse zu benennen, wählen sie häufig Umschreibungen. Dabei greifen sie z. B. auf Form und Aussehen des Gegenstandes oder auf seine Funktion bzw. die entsprechende Situation zurück: „Fisch, wo aufgegessen ist“ statt Gräte / „Arbeiter, wo streicht“ statt Maler.
- Die Kinder fragen nur selten nach Bedeutungen und ihren Unterschieden, entwickeln kaum metasprachliche Fähigkeiten. Des Weiteren teilen sie nicht mit, wenn sie etwas nicht verstehen.

Glück (^{3}2009, S. 78) ergänzt diese Erkenntnisse um die Anmerkung, dass Kinder mit semantischen Schwierigkeiten außerdem Performanzauffälligkeiten zeigen: Ihre sprachlichen Äußerungen sind durch Abbrüche, Neuansätze, Umformulierungen, Verzögerungen und unnötige Wiederholungen gekennzeichnet, wodurch die Ausdrucksweise stockend wirkt und schwer verständlich werden kann.

3.2.2 Probleme mit dem Sprachverständnis

Ein weiterer Problembereich für Kinder mit semantisch-lexikalischen Störungen ist das Sprachverständnis. Sprachverständnis ist ein hochkomplexer Vorgang und umfasst zahlreiche Leistungen, wie beispielsweise das Unterscheiden von verschiedenen Sprachlauten, das Speichern von Lautreihenfolgen, das Erkennen sinntragender Einheiten und nicht zuletzt die Zuordnung von Bedeutungen (vgl. Baur/Endres 1999, S. 319).

Baur und Endres (ebd., S. 318) betonen, dass Sprachverständnisstörungen deutlich schwerer zu erkennen und einzuschätzen sind als die expressiven Leistungen, da es sich um innere Prozesse handelt. Störungen des Sprachverständnisses beeinflussen alle Lebensbereiche und belasten fast alle Kommunikationssituationen. Da Sprache in der Schule das zentrale Medium ist, um Lernstoff zu vermitteln, sind die Lernmöglichkeiten der betroffenen Kinder gravierend beeinträchtigt.

Zollinger (1994, S. 115ff.) nennt folgende Anzeichen für ein eingeschränktes Sprachverständnis: Die Kinder tendieren lange zur Strategie der Schlüsselwort-Interpretation, die jedoch in komplexer werdenden Situationen zunehmend an ihre Grenzen gerät. Auf Fragen antworten sie stets mit „Ja“, um den Gesprächspartnern ihr Zuhören zu signalisieren und den Eindruck zu erwecken, sie hätten alles verstanden. Sehr viele Äußerungen sind zudem direkte Repetitionen von dem, was der Gesprächspartner eben gesagt hat. Während die direkte Imitation bis zum Alter von 18 Monaten entwicklungsangemessen ist, ist sie bei längerer Produktion Ausdruck eines mangelnden Sprachverständnisses. Ein weiteres Anzeichen ist, dass die Kinder Inhaltswörter häufig durch „Passe-par-tout-Wörter“ wie „das da“ oder „tun“ oder durch Floskeln ersetzen (s. o.: „Was hast du gestern gemacht?“ – „Des da alles.“). Mit diesen Verhaltensweisen versuchen Kinder, trotz ihrer Schwierigkeiten die Kommunikation aufrecht zu erhalten (vgl. Füssenich/Geisel 2008, S. 19), wobei ihre wirklichen Sprachverständnisschwierigkeiten von den Kommunikationspartnern häufig unentdeckt bzw. unterschätzt werden.

Sprachverständnisschwierigkeiten können verschiedene Ebenen betreffen. Baur und Endres (1999, S. 319ff.) nennen hierbei die Wort-, die Satz- und die Textebene:

Auf der Wortebene besteht die Schwierigkeit, dass Kinder die Bedeutung von Wörtern nicht oder nicht ausreichend differenziert erlernen. Dabei kann abhängig vom Entwicklungsstand des Kindes unterschiedlicher Wortschatz betroffen sein. Während bei jüngeren Kindern häufig elementarer Alltagswortschatz fehlt, werden bei älteren Kindern die Probleme bei „selteneren“ und abstrakten Wörtern ersichtlich. Das Kind kann bestimmten Wörtern keine Bedeutung zuordnen. Teilweise versteht es Wörter nur „ungenau“. So interpretiert es möglicherweise die Wörter „erraten“ und „verraten“ im selben Sinne. Eine weitere Schwierigkeit ist, dass das Kind ein Wort nur in eingeschränkter Bedeutung erfasst: So denkt es, krabbeln könne nur das Baby, aber nicht die Ameise. Möglicherweise erkennt es morphologisch veränderte Wörter nicht mehr oder versteht sie falsch; die Schwierigkeiten sind vielfältig.

Auf der Satzebene ist beispielsweise relevant, dass die betroffenen Kinder nur eine begrenzte Anzahl von Informationen in einem Satz verarbeiten können, wobei sowohl Satzlänge als auch die grammatische Form eine Rolle spielen. Besonders schwierig sind außerdem Sätze, in denen die Reihenfolge der Wörter nicht der Handlungsabfolge entspricht, wie z. B. in dem Satz „Bevor wir schwimmen gehen, essen wir ein Eis“.

Auswirkungen auf das Leseverstehen

Störungen im Bedeutungserwerb gehen nicht nur mit Schwierigkeiten beim Verstehen mündlicher Sprache einher, sondern wirken sich auch auf das Verstehen schriftlicher Sprache aus. Dabei können alle drei Ebenen nach Baur und Endres (1999) – nämlich Wort-, Satz- und Textebene – betroffen sein. Allerdings werden die Schwierigkeiten beim Sinn verstehenden Lesen vor allem auf der Textebene deutlich, denn das Kind muss hier in der Lage sein, eine Vielzahl an sprachlichen Informationen zu erfassen (vgl. Baur/Endres 1999, S. 320). Dabei ist zu bedenken, dass Lesen keine passive Rezeption von Textinformationen, sondern ein komplexer Vorgang der Sinnkonstruktion ist (vgl. Steck 2006, S. 10f.). Baur und Endres (1999, S. 321) stellen fest, dass es bereits zu großen Missverständnisses kommen kann, wenn nur wenige Wörter nicht verstanden werden oder wenn die Satzstruktur komplex ist.

Die Schwierigkeiten von Kindern mit Störungen im Bedeutungserwerb hinsichtlich des Leseverstehens zeigen sich oft beim Verstehen von Arbeitsanweisungen, da besonders Kinder mit Deutsch als Zweitsprache nicht über das entsprechende unterrichtsspezifische Vokabular verfügen (vgl. Michalak 2009). Der Aspekt „Verstehen von Arbeitsanweisungen“ wird später erneut aufgegriffen werden, da dies auch im Zusammenhang mit mathematischen Schwierigkeiten von Bedeutung ist.

Ich möchte ergänzen, dass sich Störungen im Bedeutungserwerb in vielfältiger Weise erschwerend auf den Bereich Schriftsprache auswirken können, was unter anderem durch Schwierigkeiten im metasprachlichen Bereich bedingt ist (vgl. z. B. Crämer/Schumann ^{5}2002).

3.2.3 Probleme mit der Wortfindung

Kolonko (1998, S. 253) zeigt auf, dass es außerdem Kinder gibt, die viele Wörter kennen und verstehen, sie aber oft nicht abrufen können. Diese Schwierigkeit wird als „Wortfindungsstörung“ bezeichnet. Sie hängt damit zusammen, dass das Gedächtnis Wörter nicht als Einheit speichert, sondern nach Bedeutung und Lautgestalt trennt. Dadurch haben die Kinder Schwierigkeiten mit der situativen Verfügbarkeit von Wörtern (vgl. Füssenich ^{5}2002, S. 86). In der deutschsprachigen Literatur wird diesem Aspekt semantisch-lexikalischer Störungen bislang wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Auf der anderen Seite deuten Berichte und Beobachtungen von Praktikern darauf hin, dass diese Störungskomponente durchaus verbreitet ist (vgl. Kolonko 1998, S. 253). Allerdings ist oft nicht festzustellen, ob Kindern Wörter nicht einfallen, weil sie ihre Bedeutung nicht richtig kennen, oder ob es daran liegt, dass sie die Bedeutung zwar kennen, aber die entsprechende Lautstruktur nicht aktivieren können (vgl. Füssenich ^{5}2002, S. 86). Zu beachten ist weiterhin, dass Wortfindungsstörungen kein einheitliches, isoliert auftretendes Störungsbild sind, sondern meist im Zusammenhang mit anderen semantisch-lexikalischen Schwierigkeiten auftreten (vgl. Kolonko 1998, S. 257).

Kolonko (ebd., S. 257) betont, dass bei den von Dannenbauer (1997, S. 10) genannten Symptomen für Wortfindungsstörungen – wie Stockungen, Einsatz von Vielzweckwörtern, Umschreibungen etc. – das Spezifische von Wortfindungsstörungen nicht deutlich wird, und ergänzt sie deshalb um folgende Merkmale: Kinder mit Wortfindungsstörungen zeigen häufig einen inkonstanten Gebrauch des Zielwortes, wobei das Verständnis für Wörter deutlich besser ist. Manche Kinder sprechen ihre Schwierigkeiten an („Ich weiß es, aber es fällt mir nicht ein“) und sie können das Zielwort nach längeren Pausen und Stockungen schließlich doch abrufen. Dabei können Alternativfragen oder die Vorgabe von Anfangslaut bzw. Silbenstruktur des Wortes durch den Kommunikationspartner Hilfestellungen sein (vgl. Kolonko 1998, S. 259).

3.2.4 Zum Aspekt der Mehrsprachigkeit

Oben wurde im Zusammenhang mit der Interlanguage-Hypothese erwähnt, dass bei mehrsprachigen Kindern in der Phase des Spracherwerbs häufig Interferenzen und Sprachmischungen (Code-Switching) auftreten (vgl. Füssenich/Geisel 2008, S. 18). Oft gelten Sprachmischungen in der pädagogischen Praxis als zu vermeidende Erscheinung des Zweitspracherwerbs. Alle oben vorgestellten Theorien bewerten Sprachmischungen jedoch bis mindestens zum dritten Lebensjahr als notwendige Begleiterscheinungen des Erwerbsprozesses. Normabweichungen im Zweitspracherwerb sind also legitime Zwischenstufen (vgl. Jeuk 2003, S. 41, S. 23). Erst wenn Interferenzen und Code-Switching in massiver Weise fortbestehen, sollte die Förderung des Kindes in professionelle Hände gelegt werden (vgl. Füssenich/Geisel 2008, S. 18).

Auf weitere mögliche Schwierigkeiten bei Mehrsprachigkeit weisen die Schwellenniveau- und die Interdependenzhypothese hin: Wenn Kinder keine intakte Erstsprache erworben haben, stoßen sie mit sehr großer Wahrscheinlichkeit auch beim Erwerb der Zweitsprache auf Schwierigkeiten. Dies kann zu einer sogenannten doppelten Halbsprachigkeit (semilingualism) führen, bei der das Kind eine niedrige Kompetenz in beiden Sprachen aufweist (vgl. Jeuk 2003, S. 24f.). Wenn ein Lerner auf einer Entwicklungsstufe stehen bleibt, spricht man von Fossilierung. Dabei können ungünstige Inputbedingungen ein wichtiger Faktor sein, um Stillstände in der Zweitsprachentwicklung zu erklären (vgl. ebd., S. 22f.).

Diese Feststellung weist auf etwas hin, das in Kapitel 3.1.4 bereits angedeutet worden ist: Die soziokulturellen und institutionellen Bedingungen sind eine ganz entscheidende Einflussgröße hinsichtlich dessen, ob der Erwerb des Deutschen erfolgreich oder weniger erfolgreich verläuft: Häufig verläuft die Entwicklung in der Zweitsprache Deutsch defizitär, weil die Bedingungen für eine positive Entwicklung nicht gegeben sind. Meist jedoch werden die Kinder, die Familie oder die Herkunftskultur zu Problemträgern gemacht und institutionelle Bedingungen zu wenig betrachtet (vgl. ebd., S. 293). Die Migrantenkinder leben in einer dominant einsprachigen Gesellschaft, in der ihre Erstsprachen negativ bewertet werden. Diese sprachliche Diskriminierung hat häufig ein negatives Selbstbild beim Kind zur Folge. Dadurch werden die Kinder daran gehindert, vorhandene Kompetenzen in der Erstsprache für den Zweitspracherwerb zu nutzen (vgl. Jeuk 2003, S. 56), da sie ihre Erstsprache meiden. Den Sprachen der Migranten, wie Türkisch, Russisch, Albanisch etc., wird kaum Bildungswert zugesprochen und sie finden bisher wenig Berücksichtigung in institutionellen Kontexten – im Gegensatz zu prestigereichen Sprachen wie Englisch oder Französisch. Dies kann auch zu dem Übertragungseffekt führen, dass die Migrantenfamilien selbst ihre Sprache nicht als wertvoll für die Bildung ihrer Kinder empfinden. Verstärkt wird dies durch die immer noch häufig anzutreffende verkürzte Sichtweise, die Eltern sollten mit ihren Kindern Deutsch sprechen (vgl. Füssenich 2008). Durch mangelnde Förderung der Erstsprache im familiären und schulischen Kontext fehlt den Kindern das Fundament, um im Zweitspracherwerb erfolgreich zu sein.

Füssenich und Geisel (2008, S. 19) stellen fest, dass Kinder mit Migrationshintergrund ihre Fähigkeiten genauso erweitern wie Kinder mit Deutsch als Erstsprache. Dabei können ebenso wie bei monolingualen Kindern Schwierigkeiten hinsichtlich Wortschatz und Erweiterungsstrategien sowie Sprachverständnis und Wortfindung auftreten; natürlich auch verbunden mit möglichen Schwierigkeiten im Bereich Schriftsprache. Deshalb sind die oben erläuterten Verhaltensweisen in den Beobachtungsbogen nach Füssenich und Geisel (2008), durch die Kinder ihre sprachlich-kommunikativen Fähigkeiten erweitern bzw. auf die sie bei semantischen Schwierigkeiten zurückgreifen, ebenso relevant, wenn man den semantisch-lexikalischen Entwicklungsstand mehrsprachiger Kinder untersuchen möchte.

Ein zu berücksichtigender Aspekt ist die Unterscheidung, ob bei einem mehrsprachig aufwachsenden Kind ein sogenannter unausgewogener Bilingualismus oder aber eine doppelte Halbsprachigkeit vorliegt. Bei Ersterem sind die Kompetenzen in der Erstsprache deutlich höher als im Deutschen, bei Letzterem hingegen weist das Kind Defizite in beiden Sprachen auf (vgl. Jeuk 2003, S. 287). Was Jeuk (ebd., S. 303) allerdings zu bedenken gibt: „Es gibt bisher keine differenzialdiagnostische Möglichkeit, den Spracherwerb bei mehrsprachigen Kindern mit Sprachbehinderung angemessen einzuschätzen“. In jedem Falle möchte ich betonen, dass auch die Kinder, bei denen „nur“ ein ausgewogener Bilingualismus vorliegt, den Anspruch auf eine fundierte sprachliche Förderung haben sollten, denn das Beherrschen der deutschen Sprache ist der Schlüssel zum Bildungserfolg.

4. Die mathematische Kompetenzentwicklung und mathematische Schwierigkeiten

Nachdem nun der sprachliche Bedeutungserwerb und seine Störungen dargestellt wurden, gehe ich über zur Entwicklung mathematischer Kompetenzen. Zunächst werden analog zu Punkt 3 die „Meilensteine“ des mathematischen Kompetenzerwerbs im Anfangsunterricht dargestellt und deutlich gemacht, welch vielfältige Dimensionen die mathematische Kompetenz umfasst. Daran anknüpfend werden mögliche Schwierigkeiten in den einzelnen Bereichen aufgezeigt, die mathematische Kompetenz ausmachen. Da man dabei immer wieder auf den Begriff „Rechenschwäche“ bzw. „-störung“ trifft, folgt schließlich eine kurze Auseinandersetzung mit den Begrifflichkeiten.

4.1 Zentrale Aspekte des Erwerbs mathematischer Kompetenzen

Fritz und Ricken (2008) haben ein fünfstufiges Modell der mathematischen Kompetenzentwicklung entworfen, welches wesentliche Meilensteine in der mathematischen Kompetenzentwicklung darstellt und empirisch prüfbar ist (vgl. ebd., S. 43). Anhand dieses Entwicklungsmodells möchte ich nun exemplarisch die Entwicklung mathematischer Kompetenzen aufzeigen, ohne damit einen Anspruch auf Vollständigkeit oder Allgemeingültigkeit zu erheben. An einigen Stellen wird das Modell durch Aussagen weiterer Autoren ergänzt.

Stufe 1 des Entwicklungsmodells umfasst folgende Aspekte: Erstens die Bildung von Reihen in Bezug auf die Zahlwortreihe und das Sortieren von Objekten sowie zweitens den Mengenvergleich. Fritz und Ricken (ebd., S. 33) betonen, dass die Herstellung von Reihen und die Unterscheidung von Mengen die Basis für die weiteren mathematischen Entwicklungen bilden.

Kinder erwerben die Zahlwortreihe zunächst als zusammenhängendes Wortgebilde: Dies entspricht dem sogenannten „string level“ nach Fuson u. a. (1982), bei welchem die Zahlwortreihe als Ganzes unstrukturiert eingesetzt wird. Die einzelnen Zahlwörter werden noch nicht voneinander unterschieden, sondern haben wie ein auswendig gelerntes Gedicht die Form „einszweidreivierfünfsechssiebenacht…“. Dabei kann die Zahlwortreihe noch kaum zum Zählen eingesetzt werden (vgl. Schmitman 2007, S. 99; Schäfer 2005, S. 64).

Neben dem Erwerb der Zahlwortreihe geht es außerdem um die Elaborierung der frühen Säuglingskompetenzen, was sich z. B. auf den Vergleich zweier Mengen bezieht (vgl.

Fritz/Ricken 2008, S. 33). Säuglinge sind bereits in der Lage, auf die Veränderung von kleinen Anzahlen bis 4 zu reagieren. Diese simultane Erfassung von kleinen Mengen wird als „Subitizing“ bezeichnet. Man geht heute davon aus, dass es sich beim Subitizing um eine präverbale Form der Mengenrepräsentation handelt, die in erster Linie durch visuelle Wahrnehmung bestimmt wird (vgl. Moser Opitz 2007, S. 255). Im Sinne einer Elaborierung dieser Kompetenz lernen Kinder ab dem Alter von zwei bis drei Jahren, Objekte gemäß ihrer Größe oder Anzahl nach größer oder kleiner zu bewerten – also Objekte in eine Serie zu bringen (Serialität). Was Fritz und Ricken (2008) in diesem Zusammenhang nicht erwähnen, ist die Fähigkeit zur Klassifikation: Die Kinder erkennen gemeinsame Merkmale von Gegenständen und sortieren sie auf der Grundlage dieser Merkmale. Kaufmann und Wessolowski (^{2}2009, S. 13) betonen, dass die Fähigkeit zur Klassifikation Voraussetzung dafür ist, Dinge zusammenzufassen und sie in der weiteren Entwicklung schließlich mit einer Zahl zu benennen.

Nach Fritz und Ricken (2008, S. 33) können die Kinder auf Stufe 1 außerdem Mengen über Eins-zu-Eins-Zuordnung global miteinander vergleichen und anhand von Begriffen wie „viel, wenig, mehr, weniger“ auch sprachlich benennen. Das exakte Benennen von Anzahlen ist hier noch nicht möglich.

Auf **Stufe 2** entwickelt sich die Zahlwortreihe weiter und entspricht somit dem „unbreakable chain level“ nach Fuson u. a. (1982). Sie ist immer noch eine feste, untrennbare Sequenz, sodass sie grundsätzlich von vorn, d. h. von eins an aufgezählt wird. Nun können die Zahlwörter in erste Zählhandlungen eingebunden werden, und zwar über die Eins-zu-Eins-Zuordnung je eines Zahlwortes zu einem Objekt (vgl. Fritz/Ricken 2008, S. 33f.). Gemäß Schäfer (2005, S. 65) berühren oder zeigen fast alle Vorschulkinder dabei auf die zu zählenden Objekte. Über Eins-zu-Eins-Zuordnung können die Kinder durch Zählen eine bestimmte Anzahl von Elementen bestimmen (vgl. Moser Opitz 2007, S. 257).

Durch die Verbindung der Kenntnis über die Zahlwortreihe und der Kenntnis über den Mengenvergleich anhand von Eins-zu-Eins-Zuordnung entsteht bei den Kindern schließlich ein mentaler Zahlenstrahl, der rein ordinalen Charakter hat: Zahlen stehen in dem Sinne für die jeweilige Position in der Reihe. Anhand dieses ordinalen Zahlenstrahls können die Kinder mit vier bis fünf Jahren Zahlen hinsichtlich ihrer Größe miteinander vergleichen (vgl. Fritz/Ricken 2008, S. 34). Dies geschieht dadurch, dass sie Vorgänger und Nachfolger einer Zahl über die Zahlwortreihe ermitteln (vgl. Moser Opitz 2007, S. 257).

Außerdem können sie mithilfe ihres mentalen Zahlenstrahls erste Additionen und

Subtraktionen durchführen. Folgende Aufgaben werden dann lösbar:

- „Du hast 3 Bonbons und bekommst noch 2 dazu. Wie viele hast du dann?“
- „Du hast 5 Freunde zu Besuch. 2 gehen weg. Wie viele sind dann noch da?“

Erste Additionen und Subtraktionen basieren auf dem Wissen der Kinder, dass diese Operationen ein Voranschreiten bzw. Zurückgehen auf dem mentalen Zahlenstrahl bedeuten. Sie werden dadurch bewältigt, dass sie zählend und jeweils bei eins beginnend gelöst werden, wobei häufig die Finger zu Hilfe genommen werden. Entsprechend ihrer rein ordinalen Zahlvorstellung ist das Ergebnis für die Kinder stets eine Zahl in der Reihe der Zahlen und keine Summe, da noch kein kardinales Verständnis vorliegt (vgl. Fritz/Ricken 2008, S. 33ff.).

Relevante Aspekte dieser Stufe sind also: Zahlwörter werden für Zählhandlungen eingesetzt. Dadurch wird das Bestimmen von Anzahlen möglich. Die Kinder entwickeln in Form eines mentalen Zahlenstrahls ordinale Zahlvorstellungen, wodurch zählendes Rechnen gelingt.

Auf **Stufe 3** beginnen die Kinder ergänzend zum ordinalen ein kardinales Zahlverständnis zu erwerben. Voraussetzung für diese Erkenntnis ist das Wissen, dass jede Zahl in der Reihe auch für eine Menge steht: „So steht die Zahl 4 bzw. das Zahlwort vier auch für die Anzahl der darin enthaltenen Objekte …“ (ebd., S. 36). Kardinales Zahlverständnis bedeutet also, dass die Kinder erkennen, dass Zahlen auch Anzahlen von Elementen einer Menge darstellen und Mengen in Mengen enthalten sind (vgl. ebd., S. 35).
Mit diesem Verständnis entwickelt sich auch die Zählfähigkeit weiter: Sie entspricht dem „breakable chain level“ (Fuson u. a. 1982), wobei nun von beliebigen Startpunkten der Zahlwortreihe aus weitergezählt werden kann (vgl. Fritz/Ricken 2008, S. 36). Auch das Rückwärtszählen von einer beliebigen Zahl aus kann bereits gelingen (vgl. Moser Opitz 2007, S. 257; Schäfer 2005, S. 66).
Fritz und Ricken (2008, S 37f.) betonen, dass der Erwerb der Kardinalität einen konzeptuellen Wechsel einleitet, denn dadurch werden erste effektive Rechenstrategien möglich, die sich vom rein zählenden Rechnen ablösen: Bei Additionen kann nun vom ersten Summanden als Menge ausgegangen werden, zu welchem eine zweite Menge hinzugezählt wird. So ist es beispielsweise bei der Aufgabe 4 + 3 = ? nicht mehr nötig, die beiden Summanden jeweils bei eins beginnend auszuzählen, sondern die Kinder zählen nun „vier, fünf, sechs, sieben“ und geben als Antwort „sieben“. Sie verstehen also, dass der erste Summand als Teilmenge in der Summe enthalten ist.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass im Mittelpunkt von Stufe 3 die beginnende kardinale Mengenvorstellung steht, wodurch vom ersten Summanden aus gezählt und entsprechend gerechnet werden kann.

Auf **Stufe 4** entwickelt sich das Konzept der Kardinalität weiter (vgl. Fritz/Ricken 2008, S. 37): Die Kinder begreifen, dass Mengen in Teile zerlegt und anschließend wieder zu einem Ganzen zusammengefügt werden können, ohne dass sich die Mächtigkeit ändert. Dieses kognitive Schema des Teile-Ganzes-Konzepts wird dem Kind zunächst über Erfahrungen in Alltagskontexten vermittelt: Beispielsweise kann eine Banane in zwei Teile geschnitten und anschließend wieder zusammengesetzt werden, und sie sieht dann aus wie zuvor. Dieses Wissen wenden Kinder schließlich auf konkrete Quantitäten an, was als bedeutsamster Schritt in der Entwicklung des mathematischen Verständnisses gilt: „Mit dem Erwerb der Kardinalität beginnen Kinder zu verstehen, dass Zahlen andere Zahlen beinhalten (die Menge 5 beinhaltet auch die Menge 2, 3 und 4). So werden Zahlen (Mengen) denkbar als zusammengesetzt aus anderen Zahlen (Mengen) und damit zerlegbar“ (ebd.). Aufgaben wie folgende werden somit lösbar (ebd., S. 38):

- „Gib mir 5 Bauklötze, 3 davon sollen rot sein.“

Fritz und Ricken (ebd., S. 37) weisen darauf hin, dass die Verinnerlichung dieses Konzepts eines längeren Lernprozesses bedarf und sich gewöhnlich über die ersten zwei Schuljahre erstreckt. Es ist sehr bedeutsam für die mathematische Kompetenzentwicklung, „weil ein sicheres Verständnis der Grundrechenarten und vieler weiterführender Rechenoperationen auf diesem Konzept basiert“ (ebd.). In diesem Sinne beginnen Kinder mit dem Erwerb der Kardinalität, bei Rechenoperationen des Addierens und Subtrahierens die Beziehungen zwischen den beiden Teilmengen und der Gesamtmenge zu sehen: So können auf zunächst anschaulicher Ebene zwei Teilmengen zu einer Gesamtmenge verbunden werden, eine Gesamtmenge wieder in die beiden Teilmengen zerlegt werden und aus der Gesamtmenge und einer Teilmenge kann die zweite Teilmenge erschlossen werden (vgl. ebd., S. 38).
Die Kenntnis über die Zahlwortreihe erreicht auf Stufe 4 das „numerable chain level“ (Fuson u. a. 1982), bei welchem jedes Zahlwort als Einheit betrachtet wird und von jeder Zahl aus ein Weiterzählen in Schritten möglich ist (vgl. Moser Opitz 2007, S. 257). Damit hängt zusammen, dass die Kinder erkannt haben, dass Zahlen auch Abschnitte auf dem Zahlenstrahl bezeichnen und die Zahlen in der Zahlwortreihe dabei immer den Abstand 1 zueinander haben. Mit diesem Wissen verstehen die Kinder, dass die Menge 2 sowohl den Abschnitt 3 bis 5 als auch den Abschnitt 6 bis 8 bezeichnet. Der bisherige ordinale und kardinale Zahlbegriff

wird also um den relationalen erweitert. Mit diesem Wissen können die Kinder die Differenz zwischen zwei Mengen quantitativ ermitteln (vgl. Fritz/Ricken 2008, S. 38f.).

Im Mittelpunkt von Stufe 4 stehen also die Zerlegbarkeit einer Gesamtmenge in Teilmengen und die Erweiterung um den relationalen Zahlbegriff.

Auf **Stufe 5** werden insgesamt das Teile-Ganzes-Konzept und der relationale Zahlbegriff weiterentwickelt. Die Zählentwicklung erreicht ein hohes Niveau.
Die Kinder betrachten sowohl Additions- als auch Subtraktionsaufgaben als Zusammensetzung aus drei getrennten Mengen, wobei die beiden Teilmengen als äquivalent zur Summe bzw. zur Differenz erkannt werden. Sie wissen nun, dass die Beziehung zwischen den drei Mengen stets bestehen bleibt, egal, in welcher Form die Aufgabe gestellt wird. Das bedeutet, dass nicht nur Aufgaben wie 5 + 2 = ? gelöst werden können, in denen nach der Gesamtmenge gefragt wird. Die Kinder sind nun in der Lage, auch sogenannte „Platzhalteraufgaben" wie ? + 2 = 7 und 5 + ? = 7 zu bewältigen, bei welchen die Ausgangsmenge bzw. eine Teilmenge unbekannt sind. Dabei erkennen die Kinder unter dem Gesichtspunkt des Teile-Ganzes-Konzeptes auch, dass Additions- und Subtraktionsaufgaben als komplementär gesehen werden können: Rechensituationen können sowohl additiv als auch subtraktiv modelliert werden (5 + 2 = 7 und 7 – 2 = 5); den Operationen liegt grundsätzlich eine triadische Struktur zugrunde (vgl. ebd., S. 40).
Fritz und Ricken (ebd., S. 41) geben folgende Sachaufgaben als Beispiel, für deren Bewältigung das konzeptuelle Wissen um die Komplementarität von Addition und Subtraktion genutzt werden muss:

- „Paul hat 9 Stifte, wie viele muss er sich noch nehmen, damit er insgesamt 15 Stifte hat?" (Gesucht ist die Differenzmenge).
- „Auf dem Klettergerüst sind einige Kinder. Es kommen 3 hinzu, jetzt sind 12 dort. Wie viele waren es zu Beginn?" (Gesucht ist die Ausgangsmenge).

Fritz und Ricken (ebd., S. 42) weisen darauf hin, dass das Prinzip der Zerlegbarkeit sich nicht nur auf die Beziehung zwischen Teilen und Ganzem bezieht, sondern auch auf einzelne Teilmengen. Das heißt, die Kinder nutzen die Zerlegbarkeit von Teilmengen zum effektiven Rechnen, indem sie beispielsweise bei der Aufgabe 8 + 5 die 5 in die Teilmengen 2 und 3 zerlegen, um den Zehnerübergang besser zu bewältigen.
Basierend auf dem fortgeschrittenen Teil-Ganzes-Konzept können die Kinder also nun mit mathematischen Anforderungen flexibler umgehen und effektive Rechenstrategien anwenden,

da Beziehungen zwischen Aufgaben gesehen und genutzt werden (vgl. Fritz/Ricken 2008, S. 42).

Die Autoren beschreiben des Weiteren, dass auf Stufe 5 jetzt auch allmählich Rechenanforderungen bewältigt werden, in denen relationale Zahlbeziehungen im Sinne der Frage „welche Zahl ist um 3 größer als 4?“ formuliert werden. So werden schließlich auch Sachaufgaben der folgenden Art lösbar:

- „Auf der Rutsche sind 5 Kinder. Auf dem Klettergerüst sind 4 mehr als auf der Rutsche. Wie viele sind auf dem Klettergerüst?“
- „Auf der Rutsche und auf dem Klettergerüst sind zusammen 10 Kinder. Auf der Rutsche sind 2 Kinder mehr als auf dem Klettergerüst. Wie viele sind auf der Rutsche, wie viele auf dem Klettergerüst?“

Fritz und Ricken (ebd.) betonen die Komplexität solcher Aufgaben, die eine Integration beider Schemata erfordern: „Diese Aufgaben sind nur lösbar, wenn ein relationales Zahlverständnis mit einem Verständnis der stabilen Beziehung zwischen den Teilen und dem Ganzen verbunden wird …“

In Stufe 5 gehen Fritz und Ricken nicht mehr weiter auf die Zählfertigkeit ein, da der fortgeschrittene Erwerb der Kardinalität und des relationalen Zahlbegriffs eine gut entwickelte Zählfertigkeit mitbedingt. Im Sinne der Vollständigkeit möchte ich hinzufügen, dass die Zählfertigkeit auf dieser Kompetenzstufe dem „bidirectional chain level“ nach Fuson u. a. (1982) entspricht: „Kinder können schnell und von jedem ihnen bekannten Zahlwort aus vorwärts und rückwärts zählen. Die Zählrichtung kann leicht und flexibel verändert werden“ (Schäfer 2005, S. 66).

Fritz und Ricken (2008, S. 43ff.) schließen an ihr fünfstufiges Entwicklungsmodell noch das **Verständnis des Stellenwertsystems** als weiteren Meilenstein an. Sie betonen, dass zahlreiche Autoren darauf hinweisen, dass das Teile-Ganzes-Konzept für das Verständnis des Stellenwertsystems von grundlegender Bedeutung ist.

Die Grundlage des dezimalen Stellenwertsystems ist die Strukturierung von Anzahlen im Sinne einer Bündelung zu überschaubaren Einheiten zu je 10. Dabei wird an erster Stelle die Anzahl der Zehnerbündel und an zweiter Stelle die Anzahl der nicht mehr bündelbaren Einer aufgeführt. Soll dieses Prinzip verstanden werden, darf ein Kind die Zahl 26 nicht nur als eine Zahl in der Zahlwortreihe sehen, sondern als zusammengesetzt aus 2 Zehnerbündeln und 6 Einern. Dabei ist wichtig, dass auch die Null für eine Position im Stellenwertsystem steht; nämlich dafür, dass an dieser Stelle keine Bündel vorhanden sind. Wird der Zahlenraum bis

1000 erweitert, müssen die Kinder verstehen, dass analog zur Bündelung der Einer nun auch die Zehner in Zehnerbündel zu je einem Hunderter zusammengefasst werden. Damit verbunden müssen die entsprechende Stellenschreibweise und die Zahlwortbildung erfasst werden. Diese Einsicht in die Aufbaugesetzlichkeit als Bündelungsprinzip bezeichnen Fritz und Ricken (2008) als hohe kognitive Leistung.

Ross (1989) unterscheidet unterschiedliche Stufen beim Erwerb des Stellenwertsystems, die ich grob zusammenfassen möchte: Kinder begreifen zweistellige Zahlen zunächst lediglich als Notation für eine größere Menge und die dahinterstehende Menge wird noch nicht erfasst. Schließlich wird erkannt, dass die erste Ziffer für die Zehner und die zweite Ziffer für die Einer steht. Das Prinzip der Bündelung wird erst im nächsten Schritt durchschaut, wobei dieses Wissen zunächst noch unsicher und nicht flexibel anwendbar ist. Ein sicheres Stellenwertverständnis ist erst dann verfügbar, wenn zweistellige Zahlen in Rechenoperationen sicher ge- und entbündelt werden können, wobei der Prozess zu einem sicheren Stellenwertverständnis sehr komplex ist (vgl. Ross 1989; hier nach Fritz/Ricken 2008, S. 44ff.). Dann können Rechenoperationen vorgenommen werden, die auf dem Bündelungsprinzip basieren. 14 + 17 = 31 wird folgendermaßen gelöst: „Die beiden Zehner werden zu zwei Zehnern zusammengefasst; die 4 Einer und die 7 Einer bilden gemeinsam wieder 1 Zehner, 1 Einer bleibt übrig; dies ergibt insgesamt 3 Zehner und 1 Einer“ (ebd., S. 45).

Fritz und Ricken (ebd., S. 43) stellen insgesamt fest, dass die Entwicklung dieser komplexen mathematischen Konzepte ein langfristiger Prozess ist, der bei Kindern mit „normaler“ Entwicklung bis in das dritte Schuljahr hineinreicht. Dabei werden Kompetenzen immer nur allmählich gelernt, manchmal z. B. erst für einen kleinen Zahlenraum oder im Umgang mit spezifischem Anschauungsmaterial. Außerdem ist wichtig, dass zwischen den einzelnen Stufen keine scharfen Grenzen sind, sondern dass sie ineinander übergehen. Neue Einsichten und bestehende Strukturen existieren teilweise parallel.

4.2 Dimensionen der mathematischen Kompetenz und mögliche Schwierigkeiten

Im komplexen Entwicklungsmodell nach Fritz/Ricken (2008) sind eine Vielzahl verschiedener Komponenten dargestellt, die mathematische Kompetenz ausmachen. Die Autorinnen haben dargestellt, wie verwoben ineinander diese verschiedenen Komponenten

innerhalb der Kompetenzentwicklung sind und wie sie sich gegenseitig bedingen. Nun werde ich die einzelnen Bereiche zusammenfassend getrennt darstellen. Dies soll nochmals deutlich machen, wie umfassend mathematische Kompetenz ist.
In allen der eben aufgeführten Dimensionen der mathematischen Kompetenz können Schwierigkeiten auftreten, die jeweils daran anschließend angeführt werden sollen. Häufig bedingen sich die Schwierigkeiten in den einzelnen Bereichen gegenseitig – mit der Folge, dass aus den kumulierenden Problemen eine Rechenschwäche bzw. Rechenstörung erwachsen kann. Zunächst soll allgemein auf mathematische Schwierigkeiten eingegangen werden. Inwiefern diese sprachlich (mit-) bedingt sein können, wird hier nur angedeutet und im weiteren Verlauf der Arbeit ausführlich diskutiert.

4.2.1 Umgang mit Mengen und Anzahlen

Eine Komponente innerhalb der mathematischen Kompetenz ist der Umgang mit Mengen und Anzahlen. Zu Beginn wird er im Zusammenhang mit Subitizing, Klassifikation, Serialität und globalem Mengenvergleich über Eins-zu-Eins-Zuordnung näherungsweise vorgenommen, entwickelt sich aber dann weiter mit dem Erwerb der Zahlwortreihe, der Fähigkeit zur Anzahlbestimmung und dem Teile-Ganzes-Konzept.

Mögliche Schwierigkeiten im Umgang mit Mengen und Anzahlen

Kaufmann und Wessolowski ([2]2009, S. 13) betonen, dass am Schulanfang auf Schwierigkeiten im Bereich Umgang mit Mengen und Anzahlen geachtet werden sollte, da die damit verbundenen Fähigkeiten und Fertigkeiten wichtige Grundlagen für das Mathematiklernen darstellen.
So können *Schwierigkeiten beim Klassifizieren* auftreten: Gaidoschik ([3]2006, S. 24) sieht die Fähigkeit Klassen- oder Gruppenzusammengehörigkeiten sicher als solche zu erkennen als wichtige Voraussetzung bei der Entwicklung eines tragfähigen Zahlbegriffs an. Die gezählten Dinge müssen irgendeine Gemeinsamkeit haben, die es erst sinnvoll macht, sie zu einer Gesamtheit zusammenzufassen: „Ein Tier, ein Zuckerl und ein Einer zusammen ergeben eben nicht sinnvollerweise `3 von etwas´“ (ebd., S. 24). Kindern, die Schwierigkeiten bezüglich der Klassifikation haben, gelingt es nicht, gemeinsame Merkmale von Gegenständen zu erkennen und diese dementsprechend zu sortieren. Dadurch fehlt ihnen die Voraussetzung dafür, Dinge zusammenzufassen und sie mit einer Zahl zu benennen (vgl. Kaufmann/Wessolowski [2]2009, S. 13). Gaidoschik ([3]2006, S. 24) weist bereits darauf hin, dass sprachliche Defizite hierbei besonders ins Gewicht fallen.

Kaufmann und Wessolowski ([2]2009, S. 13) nennen als weiteres Problem *Schwierigkeiten mit der Serialität*: So gelingt es den Kindern nicht immer, zeitliche Abfolgen von Ereignissen und Abfolgen quantitativer Art – wie das Ordnen nach der Größe oder der Anzahl – zu erkennen und wiederzugeben.

Des Weiteren weisen einige Kinder ein *fehlendes Verständnis der Mengeninvarianz* auf. Beispielsweise sehen die betroffenen Kinder noch nicht ein, dass sich die Gesamtzahl der Plättchen nicht ändert, wenn man sie umordnet oder in Teilmengen zergliedert (vgl. ebd.). Sie folgen noch der Auffassung: „Mehr ist, was mehr ausschaut". In diesem Sinne würden sie bei zwei Reihen von Gegenständen jene als „mehr" bezeichnen, bei der die Abstände zwischen den Gegenständen größer sind und die deshalb länger ist (vgl. Gaidoschik [3]2006, S. 25). Allerdings weist Gaidoschik (ebd., S. 26) darauf hin, dass es in der Forschung mittlerweile umstritten ist, welche Rolle die Überwindung einer varianten Anzahlauffassung für die Entwicklung eines tragfähigen Zahlbegriffs spielt, während Piaget das Verständnis der Invarianz noch für unabdingbar hielt (vgl. Lorenz 2009, S. 40). Dennoch ist Gaidoschik ([3]2006, S. 26) der Meinung, dass Varianz im Kontext mit anderen Auffälligkeiten als Hinweis auf (noch) bestehende grundsätzliche Schwierigkeiten im Umgang mit Quantitäten ernst genommen werden muss. Beim Aspekt der (In-)Varianz zeigt sich erneut ein Hinweis auf sprachliche Aspekte: Eng damit verbunden sind Kenntnisse über die Begriffe „gleichviel", „mehr" und weniger" (vgl. ebd., S. 24).

Eine weitere Schwierigkeit sind *Unsicherheiten bei der Eins-zu-Eins-Zuordnung*: In diesem Falle ermittelt das Kind beim Abzählen von Dingen eine fehlerhafte Anzahl, obwohl es die Zahlwortreihe beherrscht. Dabei werden Dinge ausgelassen oder doppelt gezählt (vgl. Kaufmann/Wessolowski [2]2009, S. 14). Manchmal zeigen die Kinder bedingt durch die Silbenstruktur eines Zahlwortes auf zwei Dinge: Sie tippen z. B. beim Aussprechen von „sie-ben" auf zwei Gegenstände und ermitteln dadurch eine um eins zu geringe Anzahl (vgl. Gaidoschik [3]2006, S. 27).

4.2.2 Zahlwortreihe und verbale Zählfertigkeit

Der Erwerb der Zahlwortreihe und die damit verbundene verbale Zählfertigkeit sind ein weiterer Bereich der mathematischen Kompetenz. Oben wurde in Anlehnung an Fuson u. a. (1982) aufgezeigt, dass die Kinder im Laufe der Entwicklung über einen immer flexibleren Umgang mit der Zahlwortreihe verfügen.

Schwierigkeiten beim Zählen

Grundsätzlich sind Schwierigkeiten in diesem Bereich dadurch gekennzeichnet, dass Kinder zwar vorwärts ab 1 recht sicher zählen können, aber es ihnen nicht gelingt, von einer beliebigen Zahl aus weiter, rückwärts oder in Schritten zu zählen (vgl. Kaufmann/Wessolowski ^{2}2009, S. 14). Das bedeutet, die Zahlwortreihe wird nicht flexibel beherrscht.

Schwierigkeiten hinsichtlich der Zählfähigkeit sind bei Schäfer (2005, S. 186ff.) ausführlich beschrieben. Sie hat in ihrer Untersuchung mit rechenschwachen Hauptschülern folgende Hauptschwierigkeiten festgestellt, welche auch im Anfangsunterricht relevant sind und von denen ich einige aufführen möchte:

Beim Weiterzählen in Einerschritten sowie in Zehnerschritten werden häufig einzelne Zahlen bzw. Zehnerzahlen oder Teile der Zahlwortreihe ausgelassen sowie an den Übergängen zu große oder zu kleine Zehnerzahlen genannt. Einige Kinder sind nicht dazu in der Lage, spontan in Schritten von einer gegebenen Zahl aus weiterzuzählen. Manche Kinder versetzt die Aufforderung in Schritten zu zählen sogar in Erstaunen: „Kann man das denn?“

Beim Zurückzählen in Einerschritten konnte Schäfer zwei besonders relevante Problembereiche identifizieren: Erstens häufen sich Fehler beim Zehnerübergang. So zählen einige Kinder z. B. „91, 80, 89“. Als mögliche Gründe dafür nennt Schäfer eine Orientierung am Hunderterfeld, bei der die Kinder Probleme mit dem „Zeilensprung“ haben sowie subjektive innere Regeln der Kinder wie z. B. „Bei `einund-` ist ein Zehnerabschnitt zu Ende. Der nächste Zehnerabschnitt beginnt mit einer neuen Zehnerzahl, die um 1 kleiner ist als die vorige: Vor den Neunzigerzahlen kommen die Achtzigerzahlen, dann die Siebzigerzahlen usw.“ Der zweite Problembereich beim Rückwärtszählen betrifft die „Elferzahlen“ wie 88, die beim Zurückzählen von vielen Schülern übersprungen werden. Schäfer hält es dabei für vorstellbar, dass die Zahlwortreihe 9, 8, 7 dominierend wirkt: *Neun*-und-*acht*zig, *sieben*-und-achtzig.

Schäfer (ebd., S. 188f.) weist darauf hin, dass es Unterschiede hinsichtlich dessen gibt, ob mündlich oder schriftlich gezählt wird. So können manche Kinder, nachdem sie mündlich zunächst fehlerhaft zählen, den Zählvorgang schreibend korrekt vollziehen. Bei diesen Schülern scheint die symbolische Zahldarstellung eine Stütze zu sein. Schäfer führt jedoch auch Beispiele von gegensätzlichen Fällen an, wobei die Kinder beim schriftlichen Zählen Fehler produzieren, die ihnen mündlich nicht unterlaufen. In diesem Fall sei erneut auf das Triple-Code-Modell nach Dehaene (1992) verwiesen, welches die Verarbeitung von Zahlen in unterschiedlichen Funktionseinheiten beschreibt. So liegt nahe, dass bei der ersten Gruppe von Kindern Unsicherheiten bezüglich des Moduls „Auditory Word Frame“ bestehen, also beim lexikalischen Wissen über Zahlwörter. Bei der zweiten Gruppe hingegen ist von Unsicherheiten das Modul „Visual Arabic Number Form“ betreffend auszugehen, d. h., die Kinder sind noch unsicher bei der Verarbeitung von Ziffernnotationen (vgl. Schäfer 2005, S. 188f.).

Gerster und Schultz (2004, S. 327) fassen das Aufsagen der Zahlwortreihe unter anderem als sprachliche Leistung auf. Insofern liegt nahe, dass sprachliche Störungen hier ebenfalls eine Rolle spielen.

4.2.3 Zahlverarbeitung

Die Zahlverarbeitung ist ebenfalls ein wichtiger Aspekt, worunter Gerster und Schultz (ebd., S. 241) das wechselseitige Übersetzen von gesprochenen und geschriebenen Zahlen verstehen. Sie erwähnen hier bereits, dass es bei diesen Komponenten unter anderem um Anforderungen geht, die der Umgang mit der mündlichen und schriftlichen Sprache der Mathematik bietet.

Insgesamt geht es um die Verbindung von Quantitäten, Zahlwörtern und arabischen Ziffern. Dies ist oben im Zusammenhang mit dem Triple-Code-Modell nach Dehaene (1992) bereits dargestellt worden.

Schwierigkeiten bei der Zahlverarbeitung und beim Lesen und Schreiben von Zahlen

Bei Schwierigkeiten in diesem Bereich gelingt die Verbindung von Quantitäten, arabischen Ziffern und Zahlwörtern nicht ausreichend. Die Schwierigkeiten hierbei können eine der drei Ebenen oder mehrere davon betreffen, wodurch das gesamte Wechselverhältnis beeinträchtigt und der Aufbau von Konzepten erschwert wird. Schwierigkeiten bei der Zahlverarbeitung stehen in engem Zusammenhang zu den übrigen Dimensionen mathematischer Kompetenz: Dabei können z. B. Probleme im Mengenverständnis, einseitige Zahlvorstellungen oder mangelndes Operationsverständnis eine Rolle spielen. Bedingt sind Schwierigkeiten bei der Zahlverarbeitung außerdem durch Probleme hinsichtlich der Symbolfähigkeit und -kenntnis sowie der Bedeutungsentnahme aus Zahlwörtern.

Wie eben erläutert, hat die Zahlverarbeitung beispielsweise Einfluss auf die Zählfähigkeit (vgl. Schäfer 2005). Gerster und Schultz (2004, S. 172f.) erläutern, dass sich Schwierigkeiten im Bereich der Zahlverarbeitung außerdem auf folgende Aspekte auswirken können: Beim Rechnen kann nicht adäquat mit Ziffern und Zahlwörtern „hantiert“ werden, denn es werden Zahlen falsch gelesen bzw. geschrieben. Das Kopfrechen gelingt nicht, da es auf der

Kopplung von Zahlwort und der Vorstellung der geschriebenen Zahl basiert. Des Weiteren können sich Schwierigkeiten in der Zahlverarbeitung auf den Erwerb der Zahlbedeutungen auswirken: Betroffene Kinder können durch ihre mangelnde Fähigkeit zur sprachlichen Analyse des Zahlwortes die Zahlbedeutungen nicht ausreichend konstruieren. Allerdings warnen die Autoren davor, Vertauschungen von Stellenwerten vorschnell durch eine missglückte Zahlverarbeitung zu erklären, da häufig Lücken im Zahl- und Operationsverständnis dafür verantwortlich sind. Dies zeigt die Relevanz dessen, was ich oben bereits erwähnt habe: Die Zahlverarbeitung ist kein isolierter Bereich, sondern eng mit den übrigen Dimensionen verbunden.

Probleme beim Lesen und Schreiben von Zahlen hängen zumeist mit der unterschiedlichen Sprech- und Schreibweise im Deutschen zusammen: 23/ dreiundzwanzig; die zweite Ziffer wird zuerst gesprochen (vgl. Kaufmann/Wessolowski ^{2}2009, S. 21). Deshalb eignen sich manche Schüler beim Schreiben von Zahlen eine Schreibweise von rechts nach links an. Lorenz und Radatz (1993, S. 119f.) betonen, dass eine Verfestigung dieser Schreibweise mit der Erweiterung des Zahlenraums zunehmend zu Fehlern führen kann, und folgern daraus, dass Lehrkräfte hier frühzeitig gegensteuern sollten. Auch Kaufmann und Wessolowski (^{2}2009, S. 51) erwähnen, dass bei der Schreibweise Einer, Zehner Inversionsfehler häufiger auftreten. Des Weiteren weisen sie darauf hin, dass überprüft werden muss, ob ein fehlendes Stellenwertverständnis zu den Inversionsfehlern führt.

Inwiefern die Zahlverarbeitung sprachlich determiniert ist und welche Konsequenzen sich daraus ergeben, wird ausführlich thematisiert, wenn im weiteren Verlauf der Arbeit der Zusammenhang zwischen Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb und mathematischen Schwierigkeiten im Fokus steht.

4.2.4 Zahlbegriff bzw. Zahlverständnis

Eine weitere wichtige Komponente sind die verschiedenen Zahlbegriffe, also das Zahlverständnis. Zu Beginn haben die Kinder ein rein ordinales Zahlverständnis. Mit dem schrittweisen Erwerb und Ausbau des Teil-Ganzes-Konzeptes gewinnen sie ein Verständnis der Kardinalität und schließlich auch des relationalen Zahlbegriffes. Das bedeutet, dass immer mehr Beziehungen zwischen den Zahlen entdeckt werden.

Zentrale Schwierigkeit: Einseitiges ordinales Zahlverständnis (Zahlen als „Rangplätze“)

Kinder, die beim rein ordinalen Zahlverständnis stehen bleiben, denken Zahlen nur als Zahlnamen in der Zahlwortreihe oder meinen mit 8 nur die achte Perle auf der Kette. Die Acht bezeichnet für sie also nur die beim Zählen zuletzt angetippte Perle. So ist die Acht sozusagen der Name für einen bestimmten Platz in einer Reihe. Den Kindern ist nicht klar, dass „Acht“ nicht nur diese eine, gerade angetippte Perle bezeichnet, sondern alle bisher angetippten Perlen. Das bedeutet, ihnen fehlt die Vorstellung, dass mit Zahlen auch Anzahlen von Dingen beschrieben werden – der Kardinalzahlaspekt (vgl. Kaufmann/Wessolowski [2]2009, S. 14; Gaidoschik [3]2006, S. 28).

Auf dem Hintergrund eines einseitigen ordinalen Zahlverständnisses zeigt ein Kind des Weiteren folgende Verhaltensweisen: Zunächst bleiben seine Zählfähigkeiten unflexibel. Dies zeigt sich beispielsweise daran, dass es sechs Finger einzeln hochzählt, wenn es „6“ mit den Fingern zeigen soll. Wenn es die Aufforderung bekommt, anschließend „7“ zu zeigen, zählt es nicht bei 6 weiter, sondern muss erneut 7 von der 1 ausgehend aufbauen: „In diesen Vorgehensweisen zeigt sich, dass das Kind zwischen den Zahlen keinerlei Bezug sieht: Jede Zahl steht als Rangplatz für sich da, zu jeder Zahl muss sich das Kind einzeln hochzählen“ (Gaidoschik [3]2006, S. 31). Da das Kind mit Zahlen keine Anzahlen verknüpft, können Fragen nach „mehr“ oder „weniger“ entweder nicht beantwortet werden oder aber ausschließlich auf dem Hintergrund des Gedankens „9 ist mehr als 8, weil 9 weiter hinten steht“ (vgl. ebd.).

Wie im Entwicklungsmodell nach Fritz/Ricken (2008) bereits deutlich geworden ist, geht die Entwicklung des Ordinalzahlaspekts der Entwicklung des Kardinalzahlaspekts voraus: Für die Kinder steht zunächst der Ordinalzahlaspekt im Vordergrund (vgl. Kaufmann/Wessolowski [2]2009, S. 22, S. 71). Allerdings muss sich bei den Kindern in der weiteren Entwicklung ergänzend zum ordinalen ein kardinales Zahlverständnis ausbilden. Bleiben die Kinder beim rein ordinalen Zahlverständnis stehen, beeinträchtigt das ihre mathematische Entwicklung erheblich: Wenn nicht begriffen wird, dass Zahlen (Mengen) andere Zahlen (Mengen) beinhalten, d. h. Mengen aus Teilmengen zusammengesetzt und damit zerlegbar sind (vgl. Fritz/Ricken 2008, S. 37), können sich kein Verständnis von Operationen, keine Rechenstrategien und kein ausreichendes Stellenwertverständnis entwickeln. Denn diese Fähigkeiten und Fertigkeiten basieren auf dem Verständnis des Teile-Ganzes-Konzeptes, welches wiederum auf dem Kardinalzahlaspekt beruht (siehe Kapitel 4.1). Die dominanteste Folge eines einseitigen Zahlverständnisses ist das zählende Rechnen.

4.2.5 Rechenfertigkeit

Das Rechnen selbst ist eine weitere Komponente. Gerster und Schultz (2004, S. 241) sehen die Rechenfertigkeit zu Recht in einem engen Zusammenhang mit dem Zahlverständnis. So ist basierend auf dem rein ordinalen Zahlverständnis zunächst nur zählendes Rechnen möglich. Mit dem Erwerb der Kardinalität und des relationalen Zahlverständnisses rechnen die Kinder flexibler, indem sie die Beziehungen zwischen den Zahlen nutzen und so immer effektivere Rechenstrategien entwickeln.

Zentrale Schwierigkeit: Zählendes Rechnen und fehlendes Verständnis für Beziehungen zwischen Aufgaben

Gaidoschik ([3]2006, S. 32) stellt in anschaulicher und treffender Weise fest: „´Rechenschwache` Kinder rechnen nicht – sie zählen. Aus einer vorwiegend auf die Reihenfolge beschränkten Zahlauffassung heraus gibt es gar keine andere Möglichkeit des Plus- und Minusrechnens als die, in Einer-Schritten in der Zahlenreihe rauf- und runterzuhüpfen“. Analog dazu, dass die Entwicklung des Ordinalzahlaspekts der Kardinalität vorausgeht, ist zählendes Rechnen zunächst eine entwicklungsgemäße erste Rechenstrategie (vgl. Moser Opitz/Schassmann 2007, S. 267; siehe auch Kapitel 4.1). Allerdings merken Lorenz und Radatz (1993, S. 116) an, dass Schüler mit Lernschwierigkeiten die Strategie des zählenden Rechnens verfestigen und oft bis über das Grundschulalter hinaus „Zähler“ bleiben. Im ersten Schuljahr sind zählende Rechner noch recht erfolgreich, gegen Ende des ersten und im Laufe des zweiten Schuljahres zeigen sich dann jedoch deutlich die Probleme des zählenden Rechnens. Das Kurzzeitgedächtnis wird überlastet, wodurch sich Fehler häufen. Ein besonders häufiger Fehler ist das Verzählen um +1/- 1, da der erste Summand mitgezählt wird (z. B. 8 + 4 = 11, da 8, 9, 10, 11 gezählt wurde) (vgl. ebd.).
Rein zählendes Rechnen auf der Grundlage eines einseitigen Zahlverständnisses bedingt des Weiteren, dass kein Verständnis für Beziehungen zwischen Aufgaben entwickelt wird. So haben die Kinder keine Möglichkeit, neue Aufgaben von bekannten abzuleiten und dadurch effektive Rechenstrategien zu entwickeln (vgl. Kaufmann/Wessolowski [2]2009, S. 22): „Wenn sie das Ergebnis von 3 + 4 ermittelt haben, müssen sie danach das Ergebnis von 4 + 3 neu `er-zählen`. Auch die Ableitung, dass 3 + 5 `eins mehr´ ergeben muss als 3 + 4, ist mit einseitigem ordinalen Zahlverständnis nicht möglich“. Die Kinder wenden insgesamt keine Zerlegungstechniken an und nutzen operative Beziehungen und Analogien nicht, was zur Folge hat, dass auch Verdopplungen und Halbierungen, Tausch-, Nachbar-, und Umkehraufgaben sowie dekadische Analogien kaum genutzt werden (vgl. Lorenz/Radatz 1993, S. 116f.; Kaufmann/Wessolowski [2]2009, S. 14f.).

4.2.6 Operationsverständnis

Das Operationsverständnis ist ebenfalls ein wichtiger Bereich. Gerster und Schultz (2004, S.

241) definieren das Verstehen der mathematischen Operationen „… als Fähigkeit zwischen Problemstellungen in verbaler oder bildlich-verbaler Form zum ersten, einer mathematischen Modellierung zum zweiten und einer mathematischen Symbolisierung zum dritten zu übersetzen“. Das bedeutet, es müssen Verbindungen hergestellt werden zwischen folgenden drei Repräsentationen: Einer konkreten, meist verbal beschriebenen Sachsituation, einem entsprechenden Bild oder Modell, auf dem die Handlung mit Quantitäten vollzogen wird, sowie der klassischen symbolischen Darstellung (z. B. 8 + 5 = ?) (vgl. Gerster/Schultz 2004, S. 265, S. 352). In diesem Zusammenhang wird von „intermodalem Transfer“ gesprochen.

Fehlendes bzw. eingeschränktes Operationsverständnis

Bei unzureichendem Operationsverständnis gelingt der intermodale Transfer zwischen den Repräsentationen Sachsituation/Handlung, Modell und Symbolen nicht oder weist Unsicherheiten auf. Gaidoschik (^{3}2006, S. 35-39) betont, dass ein einseitiges Zahlverständnis hierbei wichtigen Einfluss hat.

Kaufmann und Wessolowski (^{2}2009, S. 74) weisen darauf hin, dass ein fehlendes bzw. problematisches Operationsverständnis besonders dann deutlich wird, wenn es Kindern nicht gelingt, zu Aufgaben Rechengeschichten zu erzählen oder ein Bild zu malen bzw. die Aufgabe mit Hilfe von Material zu modellieren (vgl. Schäfer 2005, S. 205). Manchmal gelingt zwar der Transfer Aufgabe → Material, nicht aber der Transfer Aufgabe → Sachsituation/Rechengeschichte oder umgekehrt, was Schäfer als unsicheres Operationsverständnis bezeichnet. Natürlich spielen des Weiteren Transferleistungen in „andere Richtungen“ eine Rolle, z. B. Sachsituation → Aufgabe etc. (vgl. ebd., S. 75ff.).

Durch mangelndes Operationsverständnis können außerdem sogenannte Platzhalteraufgaben nicht gelöst werden können, wobei zu bedenken ist, dass diese Art von Aufgaben eine hohe kognitive Anforderung darstellt (vgl. Gaidoschik ^{3}2006, S. 37f.). Das Operationsverständnis muss bereits einer höheren Stufe entsprechen, bevor Platzhalteraufgaben flexibel gelöst werden können. Insgesamt zeigt sich fehlendes Operationsverständnis vor allem bei der Multiplikation und Division (vgl. Schäfer 2005, S. 197ff.).

Dass innerhalb von Schwierigkeiten bezüglich des Operationsverständnisses auch sprachliche Aspekte eine nicht unwichtige Rolle spielen, wird später gezeigt werden.

4.2.7 Mathematisierung von Sachsituationen

Eng mit dem Operationsverständnis verbunden ist der Bereich Sachaufgaben; gemäß der Formulierung nach Gerster/Schultz (2004, S. 241) die „Mathematisierung von

Sachsituationen“. Fritz und Ricken (2008) bringen in ihrem Modell einige Beispiele hierzu, die ich oben teils aufgeführt habe. Gerster und Schultz (2004, S. 241) betonen, dass das Lösen von Sachaufgaben mit komplexen Anforderungen verbunden ist: Nicht nur Operations- und Zahlverständnis sind gefordert, sondern darüber hinaus sprachlich-logische Fähigkeiten, mehrschrittige Planungen und Durchführungen, die Rekonstruktion von zeitlichen Abläufen oder räumlichen Strukturen aus einer sprachlichen Problemstellung u. a. m.

Schwierigkeiten beim Lösen von Sachaufgaben

Oben wurde bereits gezeigt, dass die Anforderungen beim Sachrechnen sehr komplex sind und weit mehr erfordern als ein sicheres Operationsverständnis. Das Verstehen und Lösen von Sachaufgaben ist ein mehrstufiger Konstruktionsprozess, bei dem folgende Schritte durchlaufen werden müssen (Fritz/Ricken 2008, S. 56f.):

- Entschlüsseln der sprachlichen Oberflächenstruktur, d. h. Verstehen des Textes auf sprachlicher Ebene. Diesem Aspekt wird später weitere Beachtung geschenkt werden.
- Bildung einer Situationsvorstellung über die in der Aufgabe beschriebenen Handlungen und Prozesse
- Reduzierung des Situationsmodells auf quantitative Größen. Hierbei muss das Modell auf die zur Lösung der Frage notwendigen mathematischen Angaben reduziert und anschließend in eine Operation überführt werden (vgl. Häsel-Weide 2007, S. 283).

Probleme bei der Bearbeitung von Sachaufgaben können dementsprechend auf unterschiedlichen Ebenen auftreten. Die Hauptschwierigkeiten liegen in zwei Bereichen: Erstens bei der Überführung einer Situation in ein mathematisches Modell und zweitens beim Verständnis des Textes (vgl. Fritz/Ricken 2008, S. 57). Auf Letzteres komme ich im weiteren Verlauf der Arbeit in ausführlicher Form zurück.

4.2.8 Verständnis des Stellenwertsystems

Als letzte Komponente soll das Verständnis des Stellenwertsystems genannt werden. Oben wurde beschrieben, dass das Stellenwertsystem auf dem Prinzip der Bündelung aufbaut. Somit ist für ein sicheres Stellenwertverständnis die Einsicht in das Prinzip der Bündelung grundlegend. Wie bereits erwähnt, kommt außerdem der Einsicht in die entsprechende Stellenschreibweise und in die Zahlwortbildung wichtige Bedeutung zu.

Mangelndes Verständnis des Stellenwertsystems

Kinder mit Schwierigkeiten haben das Bündelungsprinzip nicht oder noch unzureichend verinnerlicht. Gerster und Schultz (2004, S. 81) veranschaulichen dies in Anlehnung an Van de Walle (1994) anhand folgender Beispiele:

- „Legt man dem Kind eine Reihe von Karten vor, auf denen ein Zehnerrahmen abgebildet ist, und bespricht mit ihm, dass auf jeder Karte zehn Plätze sind, belegt die Plätze einer Karte mit Bauklötzen und fragt dann, wie viele Karten wie diese man braucht, um alle Bauklötze auf den Plätzen zu verteilen, wird das Kind oft antworten, dass man 53 Karten brauche oder dass es das nicht wisse und die Klötze darauf verteilen müsse, um es festzustellen. Ebensowenig besteht 53 spontan aus 50 und 3 (oder gar 40 und 13), sondern zunächst ist es eine Sache aus sehr vielen (dreiundfünfzig) Zählschritten“.
- „Viele dieser Kinder können nun leicht lernen, dass die 5 in 53 an der *Zehner*stelle steht und dass es drei *Einer* gibt. Wenn sie Zehnerstangen und Einerwürfel kennengelernt haben, lernen Kinder auch leicht, eine Stange als „Zehner“ und einen Würfel als „Einer“ zu bezeichnen. Es ist aber möglich, dass dasselbe Kind nicht weiß, wie viele Einer man braucht, um einen Zehner zu machen!“
- „Sie können lernen, 53 durch Zehnerstangen und Einerwürfel darzustellen, ohne zu wissen, dass die 5 fünf Gruppen von je Zehn repräsentiert. Obwohl sie auch 63 in dieser Weise darstellen können, wissen sie nicht auf Anhieb, wie die Zahl heißt, die um 10 größer oder 10 mehr ist als 53“.

Zu Beginn der mathematischen Kompetenzentwicklung sind solche „Fehler“ entwicklungsgemäß. Besteht ein mangelndes Stellenwertverständnis jedoch fort, folgen umfassende mathematische Schwierigkeiten. So können Schwierigkeiten hinsichtlich der auf dem Stellenwertsystem beruhenden Stellenschreibweise sowie bei der Zahlwortbildung entstehen: Die Zahl 265 wird beispielsweise als 20065 verschriftet oder die Zahl 265 kann nicht in der Form „zweihundertfünfundsechzig“ produziert werden. Weiteres hierzu wurde bereits im Abschnitt „Schwierigkeiten bei der Zahlverarbeitung und beim Lesen und Schreiben von Zahlen“ erläutert. Natürlich wirkt sich ein unsicheres Stellenwertverständnis des Weiteren erheblich auf die Rechenfertigkeiten aus: Aufgaben wie 64 – 18 können ohne die Anwendung des Prinzips der Bündelung und Entbündelung nicht gelöst werden (vgl. Fritz/Ricken 2008, S. 59). Beim Rechnen in höheren Zahlenräumen wird dies noch deutlicher.

4.3 Zu den Begriffen „Rechenschwäche“ bzw. „Rechenstörung“

Punkt 4.2 hat gezeigt, dass mathematische Schwierigkeiten vielfältig sind. Im Kontext dieser Schwierigkeiten wird immer wieder von „Rechenschwäche“ bzw. „Rechenstörungen“

gesprochen. Aufgrund dessen soll sich dieser Abschnitt mit jenen Begrifflichkeiten befassen. Ziel soll hier eine kurze, überblicksartige Diskussion der theoretischen Hintergründe dieser Begriffe sein, denn darauf basierend möchte ich klären, wie ich mich im Zusammenhang meiner Arbeit innerhalb der verschiedenen Begrifflichkeiten positioniere.

Schäfer (2005, S. 19) stellt fest, dass man beim Versuch „Rechenschwäche“ bzw. „Rechenstörung“ begrifflich zu fassen, grundsätzlich auf zwei unterschiedliche Sichtweisen stößt: Erstens auf medizinisch-psychiatrische und zweitens auf pädagogisch orientierte Erklärungsansätze. Dabei findet man eine Fülle von Begrifflichkeiten, die von „Dyskalkulie“ bis hin zu „Entwicklungsakalkulie“ reichen (vgl. Gerster/Schultz 2004, S. 204).

Das dominierende Definitionsmerkmal des medizinisch-psychiatrischen Ansatzes ist die Annahme von Ursachen, die ausschließlich im betroffenen Kind gesucht werden (vgl. Schäfer 2005, S. 19). In diesem Sinne stellt Gaidoschik (³2006, S. 9) provokant fest: „`Rechenschwäche´ – dieses Wort klingt nach Krankheit, Behinderung: So, als ob (…) irgendein ´Defekt´ eindeutig ***am Kind dran*** sei“. Mit der medizinisch-psychiatrischen Sichtweise von Rechenschwäche geht die sogenannte „Diskrepanzdefinition“ einher. So definiert die Weltgesundheitsorganisation in der Internationalen Klassifikation psychischer Störungen (ICD-10) unter Punkt F81.2 Rechenstörungen durch folgende zentrale Punkte (siehe z. B. bei Schäfer 2005, S. 21; Gerster/Schultz, S. 204) : „Die Rechenleistung des Kindes muss eindeutig unterhalb des Niveaus liegen, welches aufgrund des Alters, der allgemeinen Intelligenz und der Schulklasse zu erwarten ist (…). Die Lese- und Rechtschreibfähigkeiten des Kindes müssen im Normbereich liegen (…). Die Rechenschwierigkeiten dürfen nicht wesentlich auf unangemessene Unterrichtung oder direkt auf Defizite im Sehen, Hören oder auf neurologische Störungen zurückzuführen sein (…)“. Das bedeutet also: „´Rechenschwach´ kann ein Kind nur dann genannt werden, wenn es im Lesen und Schreiben zumindest durchschnittlich ist. Zwischen seiner ´allgemeinen Intelligenz´ und seinen schwachen Rechenleistungen muss eine ´eindeutige´ Diskrepanz bestehen“ (Gaidoschik ³2006, S. 10f.). Der Autor weist darauf hin, dass solche Diskrepanzdefinitionen noch immer weit verbreitet sind, und gerade deshalb merkt er an: „Diese Betrachtungsweise gilt in der neueren sonderpädagogischen Forschung als überholt“ (ebd., S. 11). So ist die Diskrepanzdefinition zu Recht von zahlreichen Autoren kritisiert worden. Gerster und Schultz (2004, S. 206) stellen sich beispielsweise die Frage, welche praktische Bedeutung die Forderung nach einer signifikanten Diskrepanz überhaupt haben soll. Sinnvolle Hinweise auf Fördermöglichkeiten ergeben sich hieraus gewiss nicht. Im Gegenteil: Eine rein quantitative Einordnung in rechenschwach/nicht rechenschwach liefert keinerlei Hinweise auf die mathematischen Konzepte und Fertigkeiten des Kindes (vgl. Gerster/Schultz 2004, S. 207). Des Weiteren hat *jedes* Kind, das mathematische Schwierigkeiten hat, ein Recht auf individuelle Förderung: „Definitionsversuche, die mindestens durchschnittliche Intelligenz oder abweichendes Leistungsniveau in anderen Bereichen annehmen, erscheinen bezüglich der Auswahl für eine Förderung vor allem auch pädagogisch fragwürdig, da manchen Schülern damit definitionsbedingt Hilfen versagt bleiben“ (Kaufmann 2003, S. 15). Ein weiterer zentraler Kritikpunkt am medizinisch-psychiatrischen Ansatz ist, dass das Versagen in Mathematik alleine dem Kind zugeschrieben wird. Gerster und Schultz (2004, S. 206) geben in diesem Sinne zu bedenken: „Die Abgrenzung gegen eine ´eindeutig unangemessene Beschulung´, die die Diagnose ´Rechenstörung´ mitbestimmt, versucht das Versagen des Kindes losgelöst von seiner Unterrichtung ins Auge zu fassen. Das ist aus verschiedenen Gründen fragwürdig und nicht hilfreich: Mathematik ist ein kulturelles Gut, Mathematiklernen ist ein *Prozess*, in dem Kinder unter dem Einfluss von Erwachsenen versuchen, sich dieses Gut anzueignen. Die Lernvoraussetzungen des Kindes und der Einfluss des Unterrichts stehen in einer komplexen Beziehung der *Wechselwirkungen*“.

Aus dieser Sichtweise heraus sind pädagogische Erklärungsansätze entstanden, welche das Phänomen „Rechenschwäche“ als mangelnde Passung zwischen der individuellen und entwicklungsbedingten Fähigkeit zur Bildung mathematischer Konzepte und den Anforderungen und Bedingungen des Unterrichts betrachten (vgl. Schäfer 2005, S. 25). Autoren wie Gaidoschik ([3]2006, S. 14f.) und Kaufmann/Wessolowski ([2]2009, S. 9ff.) betonen in diesem Sinne, dass eine Rechenstörung aus einem komplexen Zusammenspiel von drei Faktoren entstehen kann, wobei keinesfalls von kausalen Ursache-Wirkungs-Beziehungen auszugehen ist: Relevant sind erstens Aspekte, welche sich auf das Kind als Individuum beziehen – z. B. neuropsychologische Ursachen und psychische Komponenten wie Aufmerksamkeit und Gedächtnis. Zweitens sind Einflüsse des soziokulturellen und familiären Umfeldes zu betrachten – Beispiele hierfür wären (mangelnde) Förderung oder „Übungsdrill“. Als drittem Faktor kommt der Institution Schule eine bedeutende Rolle im Ursachengefüge zu. Hier können Faktoren wie Missachtung der Lernausgangslage, didaktische Mängel etc. von Relevanz sein. Diese Sichtweise zeigt, dass bei der Entstehung

von Rechenstörungen von einem „multifaktoriellen Bedingungsgeflecht“ auszugehen ist, das „kumulativ und interaktionell“ wirksam ist (vgl. Beyerlein 1998, S. 7).
Meist werden die Begriffe „Rechenschwäche“ und „Rechenstörung“ synonym verwendet, auch im Kontext einer pädagogischen Sichtweise. Kaufmann und Wessolowski (^{2}2009, S. 9) bevorzugen jedoch den Begriff der Rechenstörung, da sie im Begriff „Schwäche“ eher eine einseitige Ursachenzuschreibung an das Kind und einen dauerhaften Zustand sehen. Nur von „Rechenschwierigkeiten“ möchten sie nicht sprechen, da ihnen mit diesem Begriff zu wenig deutlich wird, dass es hier um ordentliche Schwierigkeiten geht, die ein Kind nicht mehr ohne besondere Unterstützung überwinden kann (vgl. ebd.).

Auch ich folge in meiner Arbeit nicht der Diskrepanzdefinition von Rechenstörungen. Eben ist deutlich geworden, dass die Diskrepanzdefinition keinen pädagogischen Nutzen hat. Für die Fragestellung meiner Arbeit ist sie ebenfalls nicht von Nutzen, sondern steht ihr sogar im Wege: Gemäß der Diskrepanzdefinition wären Kinder, die zusätzlich Störungen im Spracherwerb aufweisen, ausgeschlossen. So würde der Zusammenhang zwischen Störungen im Bedeutungserwerb und Rechenstörungen eben gerade nicht in den Blick geraten!
Ich möchte allerdings anmerken, dass ich in meiner Arbeit den Begriff „Rechenschwierigkeiten“ bzw. „mathematische Schwierigkeiten“ gegenüber dem der Rechenstörung bevorzuge. Dies möchte ich damit begründen, dass Störungen im Bedeutungserwerb das mathematische Lernen nicht in jedem Fall in einer solch starken Weise beeinflussen müssen, dass daraus gravierende mathematische Probleme im Sinne einer Rechenstörung entstehen. Diese Aussage wäre zu gewagt, da hierfür (noch) keine aussagekräftigen empirischen Belege vorliegen. Dass Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb aber durchaus zu mathematischen Schwierigkeiten führen können, werde ich aufzeigen. Jene können im ungünstigen Fall schließlich in eine Rechenstörung münden, sodass der sprachlichen Beeinflussung auf jeden Fall Beachtung geschenkt werden muss.

Im bisherigen Verlauf der Arbeit ist dargestellt worden, dass bei mathematischen Prozessen sprachliche Aspekte eine wichtige Rolle spielen. Außerdem ist aufgezeigt worden, wie sich erstens der sprachliche Bedeutungserwerb und zweitens die mathematische Kompetenzentwicklung vollziehen und in welchen Bereichen jeweils Schwierigkeiten auftreten können. Im Folgenden werden die Bereiche Mathematik und Sprache zusammengeführt.

5. Die Bedeutung der Sprache innerhalb der Mathematik

Zunächst soll diskutiert werden, welche Bedeutung die Sprache innerhalb der Mathematik hat. Es wird sich herausstellen, dass Mathematik ohne Sprache nicht möglich ist und die beiden Bereiche eng zusammenhängen. Ich stelle die Funktionen der Sprache innerhalb der Mathematik sowie besondere Charakteristika der mathematischen Fachsprache vor. Dabei wird deutlich werden, welch komplexe Anforderungen an die Lernenden sich daraus ergeben.

5.1 Die Funktion der Sprache in der Mathematik

Wie bereits erwähnt, weist Niederdrenk-Felgner (2000, S. 4) darauf hin, dass nach dem vorherrschenden Bild der Öffentlichkeit Sprache und Mathematik zwei verschiedenen Welten angehören und wenig miteinander zu tun haben. Dass dem nicht so ist, wird bereits ersichtlich, wenn man sich vor Augen führt, dass die Sprache im Zusammenhang mit mathematischen Lehr-/Lernprozessen zwei zentrale Funktionen innehat: Schmitman (2007, S. 79) bezeichnet die Sprache als Medium des Lehrens und Lernens von Mathematik. Ihr kommt dabei erstens eine kognitive und zweitens eine kommunikative Funktion zu, welche eng miteinander zusammenhängen. Das bedeutet, dass Sprache sowohl bei der Erkenntnisgewinnung als auch bei der Verständigung eine entscheidende Rolle spielt. So sind die sprachlichen Fähigkeiten eines Kindes zum einen für den Aufbau mathematischen Wissens bedeutsam und zum anderen für die Kommunikation innerhalb des Mathematikunterrichts (vgl. ebd., S. 93).

5.1.2 Zur kognitiven Funktion

Innerhalb der kognitiven Funktion der Sprache für die Mathematik werden besonders die Bildung von Begriffen und die damit verbundenen Ausdrucks- und Darstellungsformen betont (vgl. Nolte 2000, S. 33). In diesem Sinne stellt auch Maier (2006, S. 15) fest, dass sich die Mathematik den Schülern als ein System von Begriffen, arithmetischen Sätzen und Algorithmen präsentiert, einschließlich deren spezieller Darstellung. Hinsichtlich der Darstellung unterscheidet Maier (ebd.) im Anschluss an Bruner und Greenfield (1971) drei Formen, in denen der Sprache eine jeweils unterschiedliche Funktion zukommt:

- *Enaktive oder handlungsgebundene Repräsentation:* Hier werden mathematische Sachverhalte durch eigene Handlungen mit konkretem Material erfasst (vgl. Zech 2004, S. 102). Das Kind nimmt z. B. eine mathematische Operation vor, indem es von 4 Bonbons 2 isst und dann sieht, dass jetzt nur noch 2 Bonbons vorhanden sind. Auf dieser

Ebene ist der situative Kontext sehr reichhaltig, sodass neben der Sprache vielfältige andere Informationen zur Verfügung stehen (vgl. Nolte 2000, S. 39). Die Sprache ist hier eine zusätzliche Komponente zur Handlung und hat begleitende Funktion.

- *Ikonische oder zeichnerische Repräsentation:* Auf dieser Ebene werden mathematische Sachverhalte durch Bilder, Zeichnungen oder Grafiken erfasst (vgl. Zech 2004, S. 102). Hier würde das Kind 4 Kreise für die 4 Bonbons malen und 2 Kreise durchstreichen. Auf der ikonischen Ebene hat Sprache beispielsweise die Aufgabe, die Vorstellungen zu beschreiben, die sich aus den Bildern ergeben, und die Mehrdeutigkeit der Bilder zu deuten (vgl. Nolte 2000, S. 41). Das Kind erklärt z. B. sprachlich, das Durchstreichen der Kreise bedeute, dass die entsprechende Anzahl an Bonbons aufgegessen werde.
- *Symbolische oder sprachliche Repräsentation:* Hier werden mathematische Sachverhalte ausschließlich über sprachliche oder symbolische Darstellung erfasst. Das Kind würde äußern: „Vier minus zwei ist gleich 2“ bzw. die Operation in der Form 2 + 2 = 4 notieren. Diese Ebene ist am weitesten von konkreter sensorischer Erfahrung entfernt (vgl. ebd., S. 43). Dadurch weist sie einen hohen Grad an Abstraktheit auf: „Verschiedene Zeichen stehen für verschiedene Begriffe, die sehr abstrakt sind und in ihrer Gestalt als Zeichen keinen Bezug mehr zur Realität erkennen lassen …“ (ebd., S. 42).

Insgesamt nimmt der sprachliche Anteil von der enaktiven zur symbolischen Ebene also immer mehr zu. Obwohl im Mathematikunterricht versucht wird, den Schülern Zugänge über die enaktive und ikonische Ebene zu eröffnen, um die Abstraktheit gering zu halten, kommt der Sprache trotzdem stets eine unverzichtbare begriffsbildende Funktion zu; es kann nicht auf sie verzichtet werden (vgl. Maier 2000, S. 15): Da Modelle nicht selbstevident sind, können die Kinder das mathematische Wissen erst durch Interpretation aus ihnen gewinnen. Dabei betont Maier (ebd.), dass diese Interpretation nur mittels Sprache erfolgen kann. Des Weiteren stellt er fest, dass Modelle das angestrebte Wissen immer nur ausschnitthaft repräsentieren können: „Daher lässt sich vielfach der Aufbau mathematischer Begriffssysteme nur explikativ, letztlich nur über sprachliche Definition gewährleisten“ (ebd.). Manche arithmetischen und algebraischen Begriffe entziehen sich letztlich sogar völlig der Möglichkeit einer Visualisierung (vgl. ebd.), wodurch die Rolle der Sprache zur Begriffsbildung höchste Bedeutsamkeit erlangt.

Im Sinne der kognitiven Funktion spielt die Sprache abgesehen von der Begriffsbildung auch bei der mathematischen Problembearbeitung eine wichtige Rolle; und zwar auf allen Stufen: Bei der Problemerfassung, der Problemlösung und der Darstellung des Ergebnisses werden stets sprachliche Mittel benötigt (vgl. Maier/Schweiger 1999; hier Maier 2000, S. 15). Dies betrifft sowohl die mündliche als auch die schriftliche Sprachebene.

5.1.1 Zur kommunikativen Funktion

Lorenz (2004, S. 128) betont, Sprache sei „das primäre Medium, in dem sich Mathematik im Klassenzimmer konstituiert". Sie spielt im Mathematikunterricht eine zentrale Rolle für die Kommunikation (vgl. Niederdrenk-Felgner 2000, S. 4). Wendt (1997, S. 47) begründet und veranschaulicht dies mittels der Feststellung, dass Rechnenlernen immer mit einem kommunikativen Prozess verknüpft ist: „Aufgaben werden besprochen und erklärt; die Lehrkraft führt in ein neues Rechenverfahren ein; Kinder beraten untereinander Lösungswege; geben sich Hilfen und vergleichen ihre Rechenwege und Ergebnisse" (ebd.). Dies macht laut Wendt (ebd.) deutlich, dass das Feld der Mathematik für Kinder in starkem Maße mithilfe der Sprache erschlossen wird und dass die kommunikative Seite des Mathematikunterrichts besonders in einem forschend-entdeckenden und erfahrungsorientierten Unterricht hervorzuheben ist, in dem der kommunikative Austausch und die Reflexion über mathematische Prozesse von großer Bedeutung sind. Im Sinne der Kommunikation erhält die Sprache innerhalb des Mathematikunterrichts also eine lernerschließende Funktion. Wendt (ebd.) betont, dass der Mathematikunterricht nie ohne sprachliche Dimension auskomme: Dies betreffe auch Lernanteile, in denen über visuelle Anschauung und strukturierte Arbeitsmittel wie Steckwürfel gearbeitet wird, da auch diese kommunikativ eingekleidet seien. Aus diesen Feststellungen heraus fordert Wendt (ebd.), dass die lernerschließende Kommunikation im Mathematikunterricht mit der Notwendigkeit verbunden ist, eine lernförderliche Kommunikationskultur in der Lerngruppe zu entwickeln, was ich später aufgreifen werde.

5.2 Charakteristika der mathematischen Fachsprache

Die mathematische Fachsprache unterscheidet sich in wesentlichen Punkten von unserer Alltags- oder Umgangssprache. Um die Zusammenhänge zwischen Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb und mathematischen Schwierigkeiten analysieren zu können, ist es wichtig, sich die speziellen Charakteristika der mathematischen Fachsprache vor Augen zu führen. Diese geben bereits Hinweise darauf, welche Schwierigkeiten sich für Kinder mit Störungen im semantisch-lexikalischen Bereich ergeben können. Denn aus der mathematischen Fachsprache resultieren komplexe sprachlich-kognitive Anforderungen für die Lernenden.

5.2.1 Mathematik – eine Sprache voller Fachwörter und Symbole

Wie ich oben erläutert habe, sind mathematische Sachverhalte sehr abstrakt und daher meist nur auf sprachlich-symbolische Art darstellbar (vgl. Maier 2000, S. 15). Niederdrenk-Felgner (2000, S. 4) stellt daher fest, dass dem Aufbau von Begriffen beim Mathematiklernen ein großes Gewicht zukommt. Sie merkt an, dass sich dies bereits in der Fülle des Fachvokabulars widerspiegelt, auf das die Kinder im Mathematikunterricht treffen. Mithilfe von Fachtermini werden mathematische Beziehungen und Strukturen sprachlich benannt, wodurch der Sprache neben ihrer kommunikativen und kognitiven Funktion außerdem eine konstitutive Rolle zukommt (vgl. Maier 2000, S. 15). Bereits in der Grundschule ist die Unterrichtsprache mit vielen Fachwörtern und Symbolen durchsetzt, deren Bedeutung die Kinder auffassen und internalisieren müssen (vgl. ebd., S. 15f.). Dies reicht von den Operationsbezeichnungen wie Plus/Minus und ihrer entsprechenden symbolischen Darstellung in Form von + bzw. – über Begrifflichkeiten wie „Nachbarzahlen“ bis hin zu Bezeichnungen für geometrische Sachverhalte wie Quadrat oder Würfel. Die zu erfassenden Fachwörter nehmen im Laufe der Schuljahre in der Anzahl und Komplexität immer weiter zu. In einer Analyse von in Bayern zugelassenen Mathematikbüchern für die Klassen 5 bis 8 wurden beispielsweise insgesamt 462 neu eingeführte mathematische Fachwörter gezählt (vgl. Maier/Schweiger 1999, hier nach Niederdrenk-Felgner 2000, S. 4). Die Fachwörter entstammen dabei verschiedenen Wortarten: Nomen werden zur Bezeichnung mathematischer Objekte genutzt (z. B. „Zahl“), Adjektive zur Beschreibung von Eigenschaften („gerade“) und Verben für mathematische Handlungen („teilen“) (vgl. Schmitman 2007, S. 36).

Niederdrenk-Felgner (2000, S. 4) betont, dass erschwerend zu der Fülle an Fachwörtern und relevanten Begriffen hinzukommt, dass viele in der Mathematik gebräuchliche Begriffe tatsächlich Fremdwörter sind. Die mathematische Fachsprache ist historisch bedingt durch griechische und lateinische Wörter eingefärbt. Dies wird ersichtlich an den Bezeichnungen wie „Addition“, „Subtraktion“, „(a-) symmetrisch“ und „parallel“.

Zahlreiche Autoren bezeichnen die Mathematik in Anbetracht dieser Fülle an Fachtermini und Symbolen als erste Fremdsprache für Kinder (vgl. Nolte 2000, S. 49f.). Für Kinder mit Deutsch als Zweitsprache wäre die Mathematik in diesem Sinne sogar eine dritte zu erlernende Sprache. Die Besonderheit der Mathematik als (erste) Fremdsprache besteht in Folgendem: „Mit dem Lernen einer Fremdsprache erwirbt das Kind neue Bezeichnungen (…). In der Regel ist damit nicht die Erarbeitung neuer Begriffe verbunden. Im Mathematikunterricht lernt das Kind ebenfalls neue Bezeichnungen kennen, diese sind jedoch mit dem Erwerb des zugehörigen Begriffs verbunden. Das Kind lernt also nicht 500 neue

Bezeichnungen für bereits entwickelte Konzepte, sondern 500 neue Konzepte sowie deren Bezeichnungen“ (Nolte 2000, S. 49f.). In diesem Zusammenhang sei nochmals auf die Unterscheidung zwischen Wort (Bezeichnung) und Begriff (Konzept) nach Szagun (^{2}2008) verwiesen (siehe Kapitel 3.1.3). Das Erlernen der „Fremdsprache Mathematik“ stellt daher eine ganz besondere sprachlich-kognitive Herausforderung für die Lernenden dar, da es sich nicht auf das Erlernen neuer Wörter für bereits Bekanntes beschränkt, sondern neue Wörter *und* Konzepte erworben werden. Dabei kommt erschwerend dazu, dass sich die Schüler nicht nur neue Wörter und Konzepte aneignen, sondern dabei in vielen Fällen auch lernen müssen, zwischen alltagssprachlicher und fachlicher Bedeutung von Bezeichnungen zu differenzieren (vgl. Maier 2000, S. 16).

5.2.2 Konflikte zwischen Umgangssprache und mathematischer Fachsprache

Maier (ebd.) macht uns auf folgenden wichtigen Aspekt aufmerksam: „Das Verstehen fachsprachlicher Bezeichnungen ist oft dadurch erschwert, dass es sich dabei für die Schüler nicht (wie z. B. Term oder Gleichung) um völlig neue Bezeichnungen handelt, sondern um Wörter der Alltagssprache, die die Mathematik in abgewandelter (engerer, weiterer) oder völlig andersartiger Bedeutung verwendet“. Was muss man sich darunter vorstellen?

Fall 1: Die fachsprachliche Bedeutung geht über die alltagssprachliche hinaus

In diesem Falle kann die fachsprachliche Bedeutung zwar die alltagssprachliche umfassen, dabei geht sie jedoch über diese hinaus: „Die Bedeutung des Ausdrucks in der Fachsprache ist also weiter bzw. allgemeiner als die in der Alltagssprache übliche“ (Nolte 2000, S. 34).

Nolte (ebd.) und Lorenz (2005, S. 190) nennen als Beispiel die Bezeichnung „Fläche“: Diese wird in der Alltagssprache vor allem für etwas Ebenes gebraucht. Daraus ergibt sich ein Konflikt mit der fachsprachlichen Bedeutung, denn diese umfasst z. B. auch die Kugeloberfläche, welche jedoch aus Sicht der Schüler alles andere als flach ist.

Fall 2: Die fachsprachliche Bedeutung ist enger als die alltagssprachliche

Dieser Fall begegnet uns innerhalb der mathematischen Sprache am häufigsten. Hier ist die fachsprachliche Bedeutung gegenüber der alltagssprachlichen eingeschränkt, also enger und spezieller (vgl. Nolte 2000, S. 34).

Ein Beispiel hierfür ist die Bezeichnung „Menge“: Im Alltag denkt man bei Menge an eine unbestimmte Vielheit, z. B. an „eine Menge Leute“ oder an „das hat eine Menge gekostet“

(vgl. Nolte 2000, S. 34). Die mathematische Fachsprache bezeichnet aber nur eine definierte Anzahl als „Menge".

Dasselbe ergibt sich im Falle der Bezeichnung „Hälfte": Wenn sich Kinder z. B. ein Stück Kuchen teilen, hören wir des Öfteren Abmachungen wie folgende: „Du bekommst die kleinere Hälfte und die größere Hälfte bekomme ich". Dies wäre im mathematischen Sinne jedoch nicht korrekt, denn das Ergebnis des Halbierens liefert immer zwei gleich große Teile (vgl. Grassmann 2008, S. 25).

Ein bedeutsames Beispiel ist des Weiteren der Begriff „Unterschied": Während er in der Umgangssprache eine abweichende Erscheinung kennzeichnet („Der Unterschied zwischen den zwei Pullis ist, dass einer rot und der andere blau ist"), meint „Unterschied" in der Mathematik die Differenz zweier Zahlen (vgl. Lorenz 2005, S. 190).

Die Bezeichnung „gleich" kann ebenfalls zu Interferenzen führen: In der Alltagssprache kann damit eine zeitliche Angabe („Ich komme gleich") oder das Ergebnis eines Vergleichs gemeint sein („Die Dinge sehen gleich aus"). Vom umgangssprachlichen Verständnis her müssten 2 cm dann eben nicht „gleich" 20 mm sein, denn sie lassen sich unterschiedlich darstellen: 2 cm als zwei große Abschnitte und 20 mm als 20 ganz kleine (vgl. Dröge 1993, S. 60):

Abb. 5: Unterschiedliche bzw. unterschiedlich aussehende Darstellung von 2 cm und 20 mm (ebd.)

Fall 3: Die fachsprachliche Bedeutung unterscheidet sich von der alltagssprachlichen

Des Weiteren gibt es Begriffe, die den Schülern (eventuell) vertraut sind, die jedoch im Mathematikunterricht in neuer und ganz verschiedener Bedeutung erscheinen (vgl. Lorenz 2005, S. 190): So hat das Herstellungsprodukt einer Firma nichts mit dem Produkt zweier Zahlen – dem Ergebnis einer Multiplikation – gemein. Als weiteres Beispiel hierfür führt Lorenz (ebd.) scherzhaft an: „(…) der Scheitel einer Kurve hat erstaunlicherweise kaum Haare".

Neben dieser Einteilung gibt es noch weitere „Sprachfallen": So führen Begriffe wie „Vorgänger" bzw. „Nachfolger" oft zu Schwierigkeiten, da die Kinder damit andere innere Vorstellungen verknüpfen. So könnte die subjektive Regel eines Kindes lauten: „Nachfolger folgen doch, dann müsste der Nachfolger einer Zahl auf dem Zahlenstrahl doch hinter der Zahl, also links von ihr sein" (Grassmann 2008, S. 25). Das heißt, das Kind stellt sich vor, die

Zahl 3 „läuft“ in personifizierter Weise voraus und die Zahl 2 folgt ihr. Diese Vorstellung stößt auf einen Konflikt mit der mathematischen Regel, dass der Nachfolger einer Zahl n immer n+1 ist, also die Zahl, die auf dem Zahlenstrahl rechts der Zahl liegt (vgl. Grassmann 2008, S. 25). Von welcher Bedeutsamkeit innere Vorstellungsbilder für das Mathematiklernen sind, stellt Lorenz (1991) dar.

Die Liste für solche Beispiele ließe sich endlos fortsetzen. Warum gibt es denn zum Beispiel nur rechte Winkel? Am Schrank sehe ich doch rechte und linke Winkel (vgl. Grassmann 2008, S. 25)!

Maier und Schweiger (1999, hier nach Niederdrenk-Felgner 2000, S. 6) bezeichnen die Unterschiede zwischen alltäglicher und fachsprachlicher Bedeutung als Bedeutungsinterferenzen: „Damit wird zum Ausdruck gebracht, dass die unterschiedlichen Bedeutungen nicht ungestört nebeneinander stehen, sondern sich gegenseitig beeinflussen und überlagern“ (Niederdrenk-Felgner 2000, S. 6). Lorenz (2005, S. 193) betont, dass die Mathematik mit ihren exakten, scharf definierten Begriffen mit der Denkweise von Menschen konfligiert, die nicht in Form von Definitionen, sondern in Form von Prototypen denken (siehe Kapitel 3.1.3). Außerdem haben Kinder in ihrer sprachlichen Entwicklung gelernt, dass Sprache auch die Funktion hat, Objekte zu diskriminieren: „Wenn sie zu einem Zeitpunkt alles, was vier Beine und ein Fell besitzt, mit \`Wauwau´ bezeichnen, so lernen sie mühevoll, dass das eine doch eine Katze, das andere ein Schaf ist“ (ebd.; siehe auch Kapitel 3.1.2). Wenn diese Sichtweise auf mathematische Objekte ausgedehnt wird, kommt es zu missglückten Verstehensprozessen. Die Frage, ob ein Quadrat auch ein Trapez ist, wird von Schülern oft verneint, da die Prototypen im Denken aufgrund des Aussehens der beiden Objekte verschieden sind: „Das Wort \`Trapez\` ruft im Denken der Schüler bestimmte Vorstellungen hervor, die nicht mit den mathematischen Definitionen übereinstimmen und ihnen widersprechen“ (ebd.).

Neben solcher Art von „Fallen“, die semantisch bedingt sind, ergeben sich des Weiteren Schwierigkeiten aus der speziellen grammatischen Struktur der mathematischen Fachsprache. Diese Struktur hat wiederum erheblichen Einfluss auf die semantische Dimension.

5.2.3 Die mathematische Fachsprache – knapp und präzise

Insgesamt ist die mathematische Sprache, wie wir oben bereits gesehen haben, knapp und präzise: „Bei einer Definition ist die mathematische Sprache in der Regel so stark verdichtet, dass keine überflüssige Information vermittelt wird“ (Nolte 2000, S. 33). Diese Knappheit und Verdichtung der mathematischen Fachsprache schlägt sich in ihrer grammatischen Struktur nieder: Maier (2000, S. 7) bezeichnet die mathematische Fachsprache als eine Sprache mit anderer Grammatik, da die Formelsprache anderen Regeln folgt und andere Sprachelemente zulässt als die Umgangssprache. Maier (ebd.) weist darauf hin, dass wir uns in der Umgangssprache stark an inhaltlichen Aspekten orientieren und aufgrund der hohen Redundanz der alltäglichen Sprache auch unvollständige Bruchstücke von Sätzen noch richtig verstehen können. In der mathematischen Sprache hingegen ist dies anders: Inhaltliche Bezüge sind nicht so einfach zu überblicken und Redundanz gibt es in der Regel nicht. Durch die knappen, verdichteten Formulierungen in der mathematischen Fachsprache entstehen viel schneller Fehler, die nicht ausgleichbar sind: So kann ein weggelassenes Zeichen oder eine einzige sprachstrukturelle Veränderung eine völlig andere mathematische Bedeutung ergeben (vgl. ebd.). Dadurch bestimmt die Struktur eines mathematischen Satzes wiederum erheblich seine semantische Bedeutung. Lorenz (2004, S. 129 und 2009, S. 40) macht dies anhand folgenden Beispiels deutlich: Bei den beiden Aufgaben „Ergänze zu den folgenden Zahlen 100“ und „Ergänze die folgenden Zahlen auf 100“ liegt der Unterschied nur in einer marginalen sprachlichen Feinheit, die aber den Unterschied der erforderlichen Rechenoperation ausmacht. Die semantische Aussage muss aus einer ganz knappen Formulierung erfasst werden, bei der es auf jedes einzelne Wort ankommt.

Auf die Reihenfolge kommt es an

Die mathematische Fachsprache bedingt des Weiteren, dass die Reihenfolge sprachlicher Aussagen nicht beliebig veränderbar, sondern konstitutiv für die mathematische Aussage ist. So ergibt sich aus der Formulierung „Nimm die Zahl 2 378, teile durch zwei und addiere 1 464“ etwas ganz anderes als aus der Formulierung „Nimm die Zahl 2 378, addiere 1 464 und teile durch zwei“ (vgl. Lorenz 2004, S. 131). Im Alltag hingegen muss eine Umkehr der Abfolge von Handlungen nicht notwendig einen anderen Effekt haben: „Ob ich mich morgens erst wasche und mir dann die Zähne putze oder umgekehrt, ist unerheblich, der Sauberkeit ist hinreichend Genüge getan“ (ebd.). Zwar bestreitet Lorenz (ebd., S. 132) nicht, dass es auch bei vielen täglichen Anweisungen auf die Reihenfolge ankommt, betont aber, dass der Schüler hierbei sein „Weltwissen“ als Hilfsmittel zur Hand hat: „Er weiß, dass es nicht sinnvoll ist, erst über die Straße zu gehen und dann nach links und rechts zu gucken“ (ebd.). Die Handlungslogik des Alltags lässt sich auf mathematische Zusammenhänge nicht übertragen; diese folgen einer eigenen Logik, welche sich aus mathematischen Beziehungen ergibt (vgl. ebd.).

Wie unter Punkt 4.2.3 bereits angedeutet wurde, ist die Reihenfolge auch ein „Knackpunkt“ hinsichtlich mehrstelliger Zahlen. Lorenz (2004, S. 130) stellt dar, dass das Lesen und Schreiben von Ziffern in Widerspruch zur „normalen“ Schriftsprache steht. Während für das Lesen und Schreiben in unserem Kulturkreis die Richtungsvereinbarung von links nach rechts gilt, werden die Zahlen im Deutschen von links nach rechts bzw. springend gelesen: „28 ist eben ´achtundzwanzig´ und nicht ´zwanzigacht´ (…) oder gar ´zweiacht´“ (ebd.). So wird deutlich: „Während (…) beim Schreiben von Wörtern eine (…) streng der phonologischen Sequenz folgende Umsetzung in Buchstabenfolgen notwendig ist, kann dies in der Arithmetik zu falschen Zahlen (…) führen“ (ebd.).

6. Mögliche Auswirkungen von sprachlichen Störungen auf die mathematische Kompetenzentwicklung

Es ist deutlich geworden, dass die Mathematik keinesfalls eine „sprachlose“ Wissenschaft ist, sondern dass die Sprache in der Mathematik essenzielle kommunikative und kognitive Funktionen erfüllt und dabei spezielle Charakteristika aufweist, welche hohe Ansprüche an die sprachlich-kognitiven Kompetenzen der Lernenden stellen. Daher liegt nahe, dass sprachliche Störungen das mathematische Lernen beeinträchtigen können. Dieses Kapitel beschäftigt sich damit, inwiefern sich Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb auf mathematische Lernprozesse auswirken und zu Schwierigkeiten führen können.

6.1 Im Fokus der Literatur: Medizinisch-neurologische Sichtweisen und auditive Wahrnehmungsstörungen

Wie bereits erwähnt, liegt den meisten Veröffentlichungen, die sich mit dem Thema Sprachstörungen und Mathematik beschäftigen, eine medizinisch-neurologische Sichtweise zugrunde, die für pädagogische Zusammenhänge nur bedingt aufschlussreich ist. Sie richten ihren Blick nicht auf den Bereich Semantik, sondern auf Aspekte der neurologischen Sprachverarbeitung und deren Defizite. So unterscheidet von Aster (1999, hier nach Donczik 2001, S. 204) zwei Typen von Rechenschwächen, wobei er den ersten Typ „sprachlich-assoziiert“ nennt und Schwächen der sprachlichen Informationsverarbeitung, der auditiven Aufmerksamkeit und des verbalen Gedächtnisses innerhalb der linken Hemisphäre als relevante Faktoren identifiziert hat. Eine Folge dieser Schwächen sei eine „Dyskalkulie plus Legasthenie“, denn es konnte festgestellt werden, dass die untersuchten Kinder mit

Rechenschwächen häufig auch von Lese-Rechtschreib-Schwierigkeiten betroffen waren. Donczik (2001) hat eine Untersuchung anhand seiner Testbatterie „Luria 90“ durchgeführt, mit der er in ähnlicher Weise festgestellt hat, dass bei vielen Kindern mit Rechenschwächen sprachliche Lern- und Gedächtnisleistungen beeinträchtigt waren. Donczik (ebd., S. 209) spricht dabei von einem „Verlust des Gedächtnismaterials“ vom Kurzzeit- über das Arbeits- bis zum Langzeitgedächtnis.

Es ist anzumerken, dass Untersuchungen, in denen Aspekte wie Informationsverarbeitungs– und Gedächtnisdefizite im Mittelpunkt stehen, keinerlei Hinweise auf Fördermöglichkeiten geben: Sowohl der sprachliche als auch der mathematische Entwicklungsstand des Kindes sowie die kindlichen Strategien geraten nicht in den Blick und die Schwierigkeiten werden ausschließlich dem Kind zugeschrieben.

Der beobachtete Zusammenhang zwischen Rechenschwierigkeiten und Lese-Rechtschreib-Schwierigkeiten[2] kann unter einer spracherwerbsorientierten Sichtweise ganz anders interpretiert werden: Relevant sind beispielsweise Aspekte wie metasprachliche Fähigkeiten und Symbolverständnis, die sowohl hinsichtlich schriftsprachlicher als auch mathematischer Erwerbsprozesse von grundlegender Bedeutung sind. Treten hier im Zusammenhang mit semantischen Sprachstörungen Schwierigkeiten auf, sind Lese-Rechtschreib- und mathematische Schwierigkeiten häufig die Folge. Diesen Punkt werde ich später nochmals aufgreifen.

Ebenso kann unter einer spracherwerbsorientierten Sichtweise auch der Zusammenhang zwischen Rechenschwierigkeiten und gestörten sprachlichen Gedächtnisleistungen vollkommen anders interpretiert werden, als wenn die Gedächtnisleistungen als rein neurologische Vorgänge betrachtet werden: Sachverhalte können nur stabil im Gedächtnis behalten werden, wenn mit den Inhalten Bedeutungen verknüpft und die entsprechenden Begriffe durch vielfältige Vernetzungen nutzbar gemacht werden können. Gerade hier haben Kinder mit semantischen Störungen jedoch große Probleme. Deshalb lautet meine provokante Frage: Wie sollen sich diese Kinder etwas merken können, wenn sie den Inhalten keine differenzierte Bedeutung zuordnen können?

Aus demselben Grund sind auch Untersuchungen kritisch zu betrachten, welche mathematische Schwierigkeiten ausschließlich im Kontext von auditiven Wahrnehmungsstörungen analysieren (z. B. bei Nolte 2000). Nolte (ebd., S. 67ff.) stellt das

[2] Ich verwende den Begriff Lese-Rechtschreib-Schwierigkeiten anstelle von Legasthenie aus denselben Gründen, die unter Punkt 4.3 erläutert wurden: Suggerierung einer Krankheit, einseitige Suche nach Ursachen im Kind etc.

neunjährige Mädchen Sabrina vor und beschreibt seine Schwierigkeiten innerhalb ihrer Untersuchung wie folgt: Das Mädchen verwechselt 299 und 399 und hat Probleme, 150 und 105 aufzuschreiben. Dabei betont Nolte (2000, S. 95), dass das Klangbild von 105 und 150 bei der Vernachlässigung des Suffixes „- zig“ gleich erscheint, und schlussfolgert daraus, dass Sabrinas Schwierigkeiten aus der diagnostizierten gestörten Wahrnehmungstätigkeit in der Verarbeitung auditiver Informationen und einer damit einhergehenden Differenzierungsschwäche resultieren.

Obwohl dieser Faktor nicht auszuschließen ist, lässt sich auch hier kritisch anmerken: Die Wahrnehmung auditiver Informationen erfolgt nicht losgelöst vom Bedeutungsaspekt! Die Verwechslung ähnlich klingender Zahlwörter ist absolut nachvollziehbar, wenn den einzelnen Zahlwörtern keine differenzierte Bedeutung zugeordnet werden kann. Wir haben keine Schwierigkeiten, zwischen 105 und 150 zu unterscheiden, da sich für uns die beiden Zahlen in ihrer Bedeutung klar unterscheiden, weil wir entsprechende Vorstellungsbilder von ihnen aufgebaut haben: Wir sehen ihre Position auf unserem mentalen Zahlenstahl vor uns (ordinaler Zahlaspekt), haben eine Mengenrepräsentation dazu im Kopf (kardinaler Zahlaspekt) und differenzieren ihre Bedeutung mithilfe von Zahlbeziehungen aus (z. B. ist 105 um 5 größer als 100, 50 ist ein Drittel von 150 usw.). Kinder mit semantischen Störungen, die Schwierigkeiten beim Begriffsaufbau und der Begriffsvernetzung haben, können auf solche Vorstellungsbilder nicht ausreichend zurückgreifen. So ist es nicht verwunderlich, wenn „Hundertfünf“ und „Hundertfünfzig“ zu Verwechslungen führen. Hier deutet sich bereits an, dass der Aufbau von Zahlbedeutungen und Zahlbeziehungen deutliche Parallelen zum Erwerb von Bedeutungen aufweist. Außerdem wird deutlich, dass man Sabrinas Vorstellungsbilder hätte überprüfen müssen, um fundierte Aussagen treffen zu können. Beispielsweise hätte berücksichtigt werden sollen, ob sie die Zahlen mithilfe von Mehrsystemblöcken darstellen kann.

Ersichtlich wird also: Die alleinige Interpretation durch auditive Wahrnehmungsstörungen greift zu kurz. Zahlen und Operationen kann der Lernende nicht nur „wahrnehmen“. Er muss sie „knacken“, indem er ausdifferenzierte Vorstellungsbilder von ihnen konstruiert, welche auf der Bildung von mathematischen Begriffen und Begriffsvernetzungen beruhen – ebenso wie beim Erwerb „normaler“ sprachlicher Bedeutungen.

Insgesamt habe ich aufgezeigt, dass einige Autoren sich zwar der Frage gewidmet haben, inwiefern sprachliche Störungen mit Rechenschwierigkeiten zusammenhängen, sie den Sachverhalt jedoch zu einseitig betrachten und die Relevanz der Semantik weitgehend außen vor lassen. So deutet Nolte (2000, S. 96) zwar an, dass Sabrina über Bezeichnungen wie „Verdoppeln“ nicht verfügt, führt dies aber erneut auf eine mangelnde auditive Wahrnehmung zurück, indem sie vermutet, dass die unangemessene Informationsentnahme Sabrinas Begriffsbildung beeinträchtigt. Meine Erläuterungen legen jedoch nahe, dass auch eine umgekehrte Beeinflussung in Betracht zu ziehen ist: Der Ausgangspunkt solcher Schwierigkeiten kann die mangelnde Begriffsbildung sein, welche wiederum die Informationsentnahme erschwert. Es ist insgesamt von einem komplexen Wechselspiel zwischen Begriffsbildung und Informationsentnahme auszugehen. In diesem Sinne steht in den nächsten Abschnitten ganz der Zusammenhang von Störungen im Bedeutungserwerb und mathematischen Schwierigkeiten im Fokus.

6.2 Die Relevanz von Störungen des Bedeutungserwerbs

Mögliche Auswirkungen von semantischen Störungen auf die mathematische Kompetenzentwicklung sind sehr komplex, was eine Systematisierung anspruchsvoll macht. Insgesamt werde ich aufzeigen, dass der Bildung von Begriffen und Begriffsvernetzungen eine tragende Bedeutung beim mathematischen Lernen zukommt. Die mangelnde Verfügbarkeit über Begriffe und Begriffsvernetzungen und das damit einhergehende mangelnde Sprachverständnis werden als die entscheidenden Faktoren für mathematische Schwierigkeiten von Kindern mit Störungen im Bedeutungserwerb identifiziert werden. Um dies aufzuzeigen, orientiere ich mich an den in Kapitel 4.2 erläuterten Dimensionen der mathematischen Kompetenzentwicklung und stelle dar, inwiefern die mangelnde Begriffsbildung zu Schwierigkeiten in den jeweiligen Dimensionen führen kann. Dabei gehe ich bei meiner Argumentation aus beiden Richtungen vor, je nachdem wie der sachliche Zusammenhang es logischer erscheinen lässt: Mal gehe ich von der mathematischen Dimension aus und zeige auf, inwiefern sprachliche Schwierigkeiten diese Dimension beeinflussen können. In anderen Fällen gehe ich von den sprachlichen Schwierigkeiten aus und mache deutlich, auf welche Dimensionen der mathematischen Kompetenz diese einwirken.

6.2.1 Auswirkungen auf kognitive Prozesse im Mathematikunterricht

Sprachlich bedingte Schwierigkeiten bei der Fähigkeit zur Klassifikation

Bei der Klassifikation geht es darum, an Dingen Gemeinsamkeiten zu entdecken und sie

aufgrund dieser Gemeinsamkeiten zu einer Gesamtheit zusammenzufassen, um sie anschließend mit einer Zahl benennen (vgl. Gaidoschik [3]2006, S. 24; Kaufmann/Wessolowski [2]2009, S. 13). Das bedeutet, dass das Kind über ein umfassendes Konzept von den Dingen verfügen muss, die es vor sich liegen hat. Wenn es beispielsweise die Anweisung bekommt „Wie viele Kleidungsstücke und wie viele Spielsachen siehst du denn auf dem Bild?“, muss das Kind zunächst den Wörtern „Kleidungsstücke“ und „Spielsachen“ eine Bedeutung zuordnen, woran bereits viele Kinder mit semantischen Schwierigkeiten scheitern. Um die Frage zu beantworten, muss das Kind außerdem aufgrund von prägnanten semantischen Merkmalen der Gegenstände eine Differenzierung zwischen Kleidungsstücken und Spielsachen vornehmen: Kleidungsstücke sind aus Stoff, man kann sie anziehen etc., wohingegen Spielsachen eher aus Plastik oder Holz sind und für bestimmte Handlungen wie dem Bauen eines Turmes genutzt werden können. Anschließend müssen die jeweiligen Unterbegriffe wie Pullover, Rock, Jacke bzw. Schaufel, Bagger, Legostein den Oberbegriffen Kleidungsstücke und Spielsachen zugeordnet werden. Erst dann kann die Anzahl an Gegenständen ermittelt und mit einer Zahl benannt werden.
Es wird deutlich, dass es sich bei der Fähigkeit zur Klassifikation im Kern um eine sprachliche Kompetenz handelt. Kinder mit semantischen Störungen sind hierzu aufgrund ihres eingeschränkten Wortschatzes und ihrer mangelnden Verfügbarkeit über Begriffe und Begriffsvernetzungen nicht oder nur bedingt in der Lage. Gaidoschik ([3]2006, S. 24) betont, dass diese Kinder deshalb in höherem Maße gefährdet sind, Schwierigkeiten mit mathematischen Grundbegriffen auszubilden.

Eine weitere sprachlich bedingte Schwierigkeit hinsichtlich der Klassifikation ergibt sich durch diffizile semantische Strukturen, wie sie Lorenz (2005, S. 191) beschreibt. Penka (2005, S. 58ff.) greift diesen Aspekt in ihrer Arbeit auf, indem sie zwei Mädchen mit Störungen im Bedeutungserwerb eckige und runde Plättchen in jeweils drei verschiedenen Farben vorlegt und sie bittet, folgende Anweisungen auszuführen:

- Gib mir die roten, runden Plättchen.
- Gib mir die roten und die runden Plättchen.
- Gib mir die blauen oder die runden Plättchen.

Dabei kann Penka beobachten, dass die Mädchen die erste und die zweite Anweisung in identischer Weise ausführen: Sie wählen nur runde, rote Plättchen aus, obwohl die zweite Anweisung erfordert hätte, zusätzlich zu den roten auch die blauen und gelben runden Plättchen auszuwählen. Bei der dritten Anweisung legen beide Mädchen die blauen, runden

Plättchen vor. Die Anweisung besagt jedoch, entweder die blauen Plättchen in runder und eckiger Form oder aber die runden Plättchen in allen Farben vorzulegen. Hier wird ersichtlich, welche Schwierigkeiten Kinder mit semantischen Störungen durch die verdichtete mathematische Sprache haben, bei der ein einziges Wort den gesamten Wert der Aussage verändert. Als Kompensationsstrategie nutzen sie die Schlüsselwortinterpretation, wobei sie sich an Inhaltswörtern wie „rund“ orientieren und Konjunktionen wie und/oder vernachlässigen. Damit scheitern sie jedoch in mathematischen Zusammenhängen.

Sprachlich bedingte Schwierigkeiten bei der Fähigkeit zur Serialität

In analoger Art und Weise sprachlich determiniert ist die Fähigkeit zur Serialiät. Nach Kaufmann und Wessolowski (^{2}2009, S. 13) bestehen Schwierigkeiten in diesem Bereich darin, dass es Kindern nicht gelingt, zeitliche Abfolgen von Ereignissen und Abfolgen quantitativer Art – wie das Ordnen nach der Größe oder der Anzahl – zu erkennen und wiederzugeben.

Wenn ein Kind Dinge nach ihrer Größe oder Anzahl ordnen soll, muss es über relationale Begriffe im komparativen Sinn verfügen (vgl. Lorenz 2005, S. 189f.). Kann ein Kind mit semantischen Störungen jedoch Wörtern wie „größer als – kleiner als, kurz – lang, dick – dünn, höher als – tiefer, mehr – weniger“ und „gleich“ keine Bedeutung zuordnen, gelingt ihm eine solche Ordnung nicht.

Hinsichtlich des Erkennens und Wiedergebens von zeitlichen Abfolgen ist das sichere Verfügen über temporale Begriffe wie vor – nach, zuvor – danach, vorher – nachher oder früher – später unerlässlich. Gerade bezüglich solcher Begriffe haben Kinder mit semantischen Störungen jedoch große Schwierigkeiten. Dies ergibt sich unter anderem daraus, dass diese Begriffe sowohl räumlich als auch zeitlich verwendet werden, ihnen dabei aber widersprüchliche Vorstellungsbilder zugrunde liegen: Wenn ich im räumlichen Sinne sage „Er steht vor mir“, blicke ich nach vorne. Wenn ich im zeitlichen Sinne sage „Das erledige ich nachher“, blicke ich ebenfalls nach vorne, verwende aber „nach“ anstatt „vor“. So können Schwierigkeiten bezüglich der Serialität rein sprachlich bedingt sein.

Sprachlich bedingte Schwierigkeiten beim Verständnis der Mengeninvarianz

Hinsichtlich der sprachlichen Determiniertheit des Verständnisses der Mengeninvarianz stellt Lorenz (2005; 2009) eine interessante These auf. Wenn Kinder über dieses Verständnis nicht verfügen, folgen sie der Auffassung „Mehr ist, was mehr ausschaut“ (vgl. Gaidoschik ^{3}2006, S. 25). In Untersuchungen, die nach der Zeit Piagets durchgeführt werden, zeigt sich in diesem Zusammenhang ein merkwürdiges Phänomen: Dreijährige beantworten die Frage richtig, in welcher der beiden unterschiedlich langen Reihen sich mehr Gegenstände befinden. Die Fünfjährigen beantworten sie mehrheitlich falsch und die Siebenjährigen wieder richtig (vgl. Lorenz 2009, S. 41). Lorenz erklärt dieses Phänomen damit, dass sprachliche Begriffe im Kindesalter eine Entwicklung durchlaufen und ihre Bedeutung verändern (siehe Punkt 3.1.3). „Dreijährige fassen die Frage nach dem ´mehr´ also quantitativ auf, als Frage nach der Anzahl; Fünfjährige hingegen haben etwas dazugelernt, dass nämlich ´mehr´ auch bedeuten kann ´größere räumliche Ausdehnung´ (…), wohingegen Siebenjährige wieder auf den quantitativen, den anzahlmäßigen Gehalt zurückgreifen“ (Lorenz 2005, S. 193). Deshalb behauptet Lorenz, dass Piaget nicht mathematisches Wissen erfasst hat, sondern Sprachkompetenz, und gibt zu bedenken, dass diese sprachliche Determiniertheit im Sinne von mathematischer Inkompetenz missdeutet werden kann (vgl. ebd.; Lorenz 2009, S. 41). Hier möchte ich jedoch zu bedenken geben, dass nicht nur von einer einseitigen Beeinflussung Sprache → Mathematik auszugehen ist, wie die Aussage Lorenz´ suggeriert, sondern dass die Mathematik ebenso Einfluss auf die Begriffsbildung hat: Indem sich Mengen- und Zahlverständnis der Kinder weiterentwickeln, verankert sich auch der Begriff „mehr“ als mathematische Bezeichnung für eine feste Anzahl im kindlichen mentalen Lexikon.

Wie bei der Fähigkeit zur Reihenbildung sind also auch hinsichtlich der Invarianz komparative Begriffe wie „mehr“, „weniger“ und „gleichviel“ von Relevanz. Diese Begriffe müssen sich von der alltagssprachlichen Auffassung zu mathematischen Begrifflichkeiten weiterentwickeln. Bei Kindern mit Störungen im Bedeutungserwerb, bei denen die Begriffsbildung eingeschränkt ist, können hier Schwierigkeiten auftreten. Diese Kinder verbinden mit „mehr“ evtl. auch später nur die räumliche Ausdehnung, da diese weniger abstrakt und definiert ist. Wie bereits erwähnt, haben semantisch gestörte Kinder mit abstrakten und eng definierten Begriffen besondere Probleme, aber der Mathematikunterricht erfordert ein genaues Begriffsverständnis. Dabei stellen die oben erläuterten Bedeutungsinterferenzen zwischen Alltagssprache und mathematischer Fachsprache – hier bezogen auf den Begriff „mehr“ – besonders für Kinder mit semantischen Störungen eine große Belastung dar: Sie haben sowieso schon Schwierigkeiten mit dem Begriffsaufbau und der Begriffsvernetzung und nun trägt ein und dasselbe Wort auch noch unterschiedliche Bedeutungen (vgl. Penka 2005, S. 39).

Sprachlich bedingte Schwierigkeiten bei der Zahlwortbildung und Bedeutungskonstruktion von Zahlwörtern

Laut Kaufmann, Handl und Delazer (2005, S. 180) ist das Erlernen der Zahlwortreihe und der Zählfertigkeit abhängig vom Spracherwerb. Erste Zahlworte und Zählfertigkeiten entwickeln sich bei Kindern parallel mit der Sprache: „Die Zahlwortreihe wird gelernt wie andere Worte für Gegenstände der Umwelt auch (…)“ (Lorenz 2005, S. 185). Die Entwicklung der Zählfertigkeit nach Fuson u.a. (1982) hat gezeigt, dass in der frühesten Phase die einzelnen Zahlwörter noch nicht voneinander unterschieden werden, sondern dass die Zahlwortreihe für Kinder die Form eines auswendig gelernten Gedichts hat. Erst später werden Zählhandlungen vollzogen und Anzahlen bestimmt, meist in Form von Zählspielen.

Dabei zeigen sich Parallelen zum Spracherwerb. Sprache kann sich nur in Interaktion mit der Umwelt entwickeln – was die Interaktionstheorie nach Bruner eindrücklich zeigt (siehe Kapitel 3.1.1). Genauso verhält es sich hinsichtlich der Zahlworte: „Findet sich in der Umwelt niemand, der zählt, abzählt, zu- und wegzählt, so können Zahlwörter ebenso wenig gelernt werden wie andere Bezeichnungen für Objekte, wenn sich niemand in der Umgebung des Kindes findet, der sie gebraucht“ (von Aster 2005, S. 18). So sind Abzählhandlungen Handlungen, die in der Interaktion zwischen Kind und Bezugsperson mit Sprache begleitet werden. Dabei werden im Laufe der Entwicklung Referenzbezüge aufgebaut, indem das Kind die Zahlworte und die abzuzählenden Objekte in einen Zusammenhang bringt. Man kann sagen, das Kind erweitert seinen Wortschatz um Zahlwörter, womit eine Verbindung zwischen Wort (Zahlwort) und Begriff (Vorstellung darüber, was dem Zahlwort zugrunde liegt) einhergeht. Wenn Kinder allerdings hinsichtlich der Strategien zur Wortschatzerweiterung und des Begriffsaufbaus Schwierigkeiten haben – wie es bei semantischen Störungen der Fall ist – ist zu erwarten, dass analog dazu Probleme bei der Bedeutungskonstruktion von Zahlwörtern auftreten. Insgesamt ist also denkbar, dass bereits in dieser frühen Phase der Grundstein für mathematische Schwierigkeiten gelegt wird, welche im Kern sprachlich bedingt sind: Für ein Kind, welches in der Interaktion mit seiner Umwelt nicht ausreichend Gelegenheit bekommt, mit Anzahlen zu experimentieren, und dem es dadurch nicht gelingt, mit Zahlwörtern Bedeutungen zu verbinden, bedeutet der Einstieg in das schulische Mathematiklernen eine große Hürde.

Lorenz (2005, S. 185) weist darauf hin, dass innerhalb der Zählentwicklung entwicklungsgemäß Fehlentwicklungen auftreten, da Kinder Zahlworte entsprechend ihrer subjektiven Regeln konstruieren. So kommt es zu Zählfehlern wie „…, achtundzwanzig, neunundzwanzig, zehnundzwanzig, …“. Hier ist erneut eine Analogie zum Spracherwerb zu erkennen; beispielsweise zu den vier Erwerbsprinzipien nach Clark (1985), die Kinder nutzen, um Wörter zu konstruieren und dadurch Bedeutungen auszudrücken (siehe Kapitel 3.1.3). In diesem Sinne sind solche Zählfehler als produktive Zwischenschritte und nicht als Sprachentwicklungsstörung oder mathematische Inkompetenz zu interpretieren (vgl. Lorenz 2005, S. 185). Bei Kindern mit semantischen Sprachstörungen fehlt jedoch meist ein solch kreativer Umgang mit sprachlichen Elementen, was damit zusammenhängt, dass sie kaum oder nur bedingt über metasprachliche Fähigkeiten verfügen. Deshalb ist denkbar, dass sie bei der Bildung der Zahlwörter besondere Schwierigkeiten haben können.

Verstärkt wird dies durch die spezielle Konstruktion der Zahlwörter im Deutschen. Dehaene (1999, S. 120) zeigt auf, dass die Zahlensyntax in den westlichen Sprachen viel variabler und diffiziler ist als beispielsweise im Chinesischen: „Der Preis für Einfachheit geht an asiatische Sprachen wie das Chinesische, dessen Grammatik ein vollkommener Spiegel der Dezimalstruktur ist“ (ebd.). Die chinesischen Zahlwörter sind so aufgebaut, dass stets die Zehnerstelle und anschließend die Einerstelle genannt wird:
13 → „Zehn drei“
27 → „Zwei zehn sieben“
Diese Transparenz der chinesischen Zahlwörter erleichtert es dem Kind, das Dezimalsystem zu erfassen. Im Deutschen verhält sich dies durch die Sprachinversion („Dreizehn“ statt „Zehn drei“) ganz anders. Hinzukommt, dass für einige Zahlen eigene Zahlwörter existieren, wie z. B. elf und zwölf, welche die Dezimalstruktur sprachlich vollkommen verdecken. Chinesische Kinder brauchen außerdem nur die Bedeutung von zehn Zahlwörtern erfassen und können anschließend alle Zahlen daraus ableiten. Im Deutschen hingegen müssen Kinder auch die Zahlen 11 bis 19 und die Zehnerzahlen 20 bis 90 lernen. Zusätzlich müssen die vielfältigen Regeln der Zahlensyntax erfasst werden (vgl. ebd., S. 123). Ein Beispiel hierfür ist das Element „und“: In Konstruktionen mit –zehn fehlt es („dreizehn“), wohingegen es in Verbindungen mit –zig obligatorisch ist („fünfUNDvierzig“) (vgl. Lorenz 2005, S. 186).
Diese Unterschiede zwischen den Zahlsprachen haben Auswirkungen auf den Erwerb des Zählsystems. So können sich Menschen im Chinesischen durchschnittlich neun Ziffern merken, während es im Deutschen nur sieben Ziffern sind. Dies liegt darin begründet, dass chinesische Zahlwörter neben der regelmäßigen Zahlensyntax eine bemerkenswerte Kürze aufweisen und daher das Gedächtnis weniger belasten (vgl. Dehaene 1999, S. 121f.).
Miller u. a. (1995) zeigten in einer Untersuchung mit amerikanischen und chinesischen Kindern im Alter von drei bis fünf Jahren, dass die amerikanischen Kinder in der

Zählentwicklung etwa ein Jahr zurücklagen. Die Begründung für dieses Phänomen lautet, dass die chinesischen Kinder aufgrund der Regelmäßigkeit ihrer Zahlensprache einfach weiterzählen können. So zeigt Millers Experiment, dass die (Un-) Übersichtlichkeit eines Zahlensystems zugunsten bzw. auf Kosten des Spracherwerbs geht (vgl. Dehaene 1999, S. 124). Dehaene (ebd., S. 125) merkt hierzu an: „Wenn Kinder bestimmen könnten, würden sie wahrscheinlich eine umfassende Reform der Zahlenschreibweise und die Übernahme des chinesischen Modells durchsetzen“, analog zur Reform der Rechtschreibung.

Was bedeutet dies in Bezug auf Störungen im Bedeutungserwerb? Für die betroffenen Kinder stellen die Zahlwortbildung und die Bedeutungskonstruktion von Zahlwörtern aufgrund der Spezifika der deutschen Zahlensprache eine besondere Hürde dar. Die komplexen und im Grunde willkürlichen Regeln der Zahlensyntax und die Fülle an intransparenten Zahlwörtern machen es ihnen schwer, aus Zahlwörtern eine Bedeutung abzuleiten und einen Begriff von ihnen aufzubauen. Schmitman (2007, S, 87) weist darauf hin, die sprachlichen Unregelmäßigkeiten in der Benennung deutscher Zahlwörter besonders für Kinder mit Deutsch als Zweitsprache schwierig sind, was evtl. verstärkt wird durch Interferenzen mit der Zahlensprache der Erstsprache. Sie zitiert eine Untersuchung von Lörcher (1981), in der viele mehrsprachige Kinder gelesene Zahlwörter nicht in Ziffernschreibweise übersetzen konnten (vgl. ebd., S. 88). Von Aster (2005, S. 23) bestätigt diese Erkenntnisse. Interessant wäre in diesem Zusammenhang außerdem, ob die untersuchten mehrsprachigen Kinder die Zahlwörter mit Mehrsystemblöcken darstellen können, worauf leider weder Schmitman noch von Aster eingehen.

Folgen für das Stellenwertverständnis

Anhand obiger Erläuterungen deuten sich Folgen für das Stellenwertverständnis an: Die deutsche Zahlensprache spiegelt das Dezimalsystem nicht bzw. sehr umständlich wider, wodurch der Stellenwert einer Ziffer nicht unmittelbar aus dem Zahlwort abgeleitet werden kann. Wenn Kindern mit semantischen Störungen schon die Informationsentschlüsselung „normaler“ Sprache Probleme bereitet, ist es nicht verwunderlich, wenn diese Kinder besondere Schwierigkeiten beim Verständnis des Stellenwertsystems aufweisen. Es fällt schwer zu verinnerlichen, dass die 12 durch eine Zehnerstange und zwei Einerwürfel darstellbar ist, wenn das Zahlwort keinerlei Hinweise darauf gibt. Mangelnde Einsicht in das Bündelungsprinzip kann daher in erheblichem Maße sprachlich mitbedingt sein: Die stabile Verbindung eines Konzeptes mit einem abstrakten Zahlwort gelingt nicht.

Folgen für die Zahlverarbeitung

Des Weiteren ergeben sich daraus Folgen für die Zahlverarbeitung. Gemäß dem Triple-Code-Modell nach Dehaene (1992) sind Zahlen dreifach codiert: als Mengenrepräsentation, als Zahlwort und als Ziffer. Eine mentale Vorstellung in diesem Sinne kann nur schwer aufgebaut werden, wenn zwischen den Modulen aus oben genannten Gründen keine stabilen Verbindungen hergestellt werden können. Hier wird wieder die Parallele zu einer mangelnden Begriffsvernetzung im Zuge von Störungen im Spracherwerb ersichtlich. Mangelndes Symbolverständnis kommt im Falle der Zifferndarstellung erschwerend hinzu.

Mangelndes Symbolverständnis als grundlegende Hürde für die mathematische Kompetenzentwicklung

Lorenz (2004, S. 136) betont, dass es sich bei der Mathematik um ein Codierungssystem analog zu Schriftzeichen handelt. Wie die Schriftsprache, so bedient sich auch die Mathematik zahlreicher Symbole. Das Triple-Code-Modell nach Dehaene (1992) verdeutlicht, dass eine Mengenrepräsentation auf zwei Arten symbolisiert wird: erstens durch ein Zahlwort und zweitens durch die Notation von Ziffern. Hinzu kommt die Schwierigkeit, dass die Bedeutungen des Zahlwortes und der Ziffer mehrdeutig sind: Je nach Kontext können sie entweder auf den ordinalen oder den kardinalen oder auf zahlreiche weitere Zahlaspekte referieren. Weitere wichtige Symbole in der Mathematik sind Operationszeichen wie + und –. Diesen Zeichen liegt sozusagen eine doppelte Symbolisierung zugrunde: Es handelt sich bereits bei den Wörtern „plus“ und „minus“ um Symbole für Handlungen, die nochmals durch ihre Darstellung als + und – symbolisiert werden (vgl. Nolte 2000, S. 43).

In Kapitel 3 wurde gezeigt, dass Sprache das erste Symbolsystem ist, mit dem Kinder konfrontiert werden. Während das frühkindliche Verhalten zunächst an den unmittelbaren Kontext gebunden ist, werden Worte in der weiteren Entwicklung allmählich in ihrer symbolischen Bedeutung genutzt. Durch die Fähigkeit zur Abstraktion gewinnt das Kind ein symbolisch vermitteltes Verhältnis zur Welt und kann mit Begriffen gedanklich umgehen (vgl. Crämer/Schumann [5]2002, 265f.). Diese Fähigkeiten sind sowohl beim Schriftspracherwerb als auch für den Erwerb der mathematischen Fachsprache von starker Relevanz.

Laut Lorenz (2005, S. 186f.) zeigen Beobachtungen, dass Kinder mit einer semantischen Sprachstörung auch gleichzeitig eine verzögerte Entwicklung des Symbolverständnisses aufweisen: „Dies zeigt sich in ihren Spielhandlungen, in denen sie Objekte nicht symbolisch, d. h. mit veränderter Sinngebung verwenden. Sie nehmen also nicht einen Bauklotz und fahren mit ihm über den Teppich, laut `brumm, brumm` vor sich hin sagend: Der Holzklotz wird zum Lastwagen. Das Verständnis für Symbole, das eine Beziehung zwischen Zeichen und Bezeichnetem herstellt, ist verzögert, und diese Verzögerung kann das Symbolverständnis im Mathematikunterricht in den Eingangsklassen beeinträchtigen“.

Wie oben bereits angedeutet, wirkt sich ein mangelndes Symbolverständnis in beträchtlicher Weise auf sämtliche mathematische Dimensionen aus – am offensichtlichsten auf die Herstellung der Verbindung zwischen dem Zahlwort, der Zifferndarstellung und der quantitativen Repräsentation (ordinal und kardinal) sowie auf das Operationsverständnis. Insgesamt muss also damit gerechnet werden, dass Kinder mit Störungen im Bedeutungserwerb aufgrund ihres mangelnden Symbolverständnisses grundlegende Schwierigkeiten beim Erwerb der mathematischen Symbolsprache zeigen können - ebenso wie das für den Schriftspracherwerb bereits belegt worden ist. Dieser Umstand kann sie in ihrer mathematischen Kompetenzentwicklung stark beeinträchtigen.

Schwierigkeiten beim Erfassen mathematischer Beziehungen durch mangelnde Begriffsvernetzung

Für die mathematischen Dimensionen Zahlverständnis, Strukturierung des Zahlenraums, Rechenfertigkeiten und Operationsverständnis ist das Erfassen mathematischer Beziehungen von grundlegender Bedeutung.

<u>Folgen für das Zahlverständnis und die Strukturierung des Zahlenraums</u>

Eine Zahl und ihre Darstellung in Form eines Zahlwortes und einer Ziffer müssen mit Bedeutungen gefüllt werden, damit ein Begriff von der Zahl entsteht. Jung (2009, S. 52) zeigt auf, dass eine Zahl in bedeutsamer Weise durch die verschiedenen Zahlaspekte und durch ihre Beziehung zu anderen Zahlen eine Bedeutung erhält. Dadurch entsteht eine Vernetzung, die den Begriff einer Zahl erst vollkommen macht:

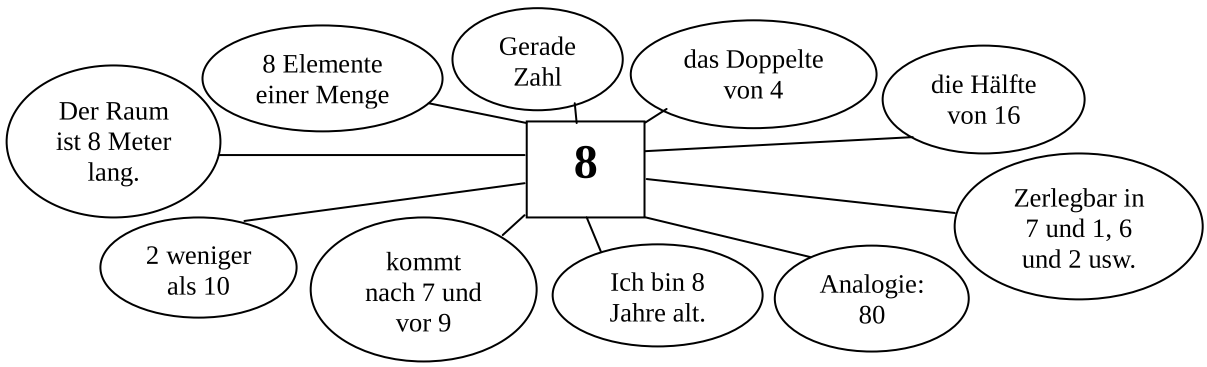


Abb. 6: Zahlbeziehungen (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Jung 2009)

Die Vernetzung von Zahlen durch ihre Bezüge zueinander und durch die verschiedenen Zahlaspekte ist vergleichbar mit der Konstituierung und Organisation eines Wortes durch seine semantischen Merkmale, wie ich sie in Kapitel 3.1.3 in Anlehnung an Eisenberg und Linke (1996) beschrieben habe: „Genauso wie sprachliche Begriffe durch semantische Merkmale aufgebaut werden, entsteht der Begriff einer Zahl“ (Jung 2009, S. 40).
Wie Kapitel 3.2.1 gezeigt hat, ist bei Kindern mit Störungen im Bedeutungserwerb das Wissen um Wortbedeutungen unvollständig und die Lexikoneinträge sind unzureichend spezifiziert. Die Organisation des mentalen Lexikons ist undifferenziert und ungenügend strukturiert (vgl. Kauschke/Rothweiler 2007, S. 240). Das bedeutet, dass die Wortbedeutungen nicht ausreichend mit semantischen Merkmalen gefüllt und die Wörter nicht angemessen miteinander vernetzt sind. Da die Bezüge einer Zahl zu anderen Zahlen und die verschiedenen Zahlaspekte die „semantischen Merkmale“ einer Zahl sind, über die ihr Eintrag im „mentalen Lexikon der Zahlen“ organisiert ist, ist zu erwarten, dass Kinder mit semantischen Schwierigkeiten beim Begriffsaufbau einer Zahl dieselben Schwierigkeiten aufweisen können wie beim üblichen Begriffsaufbau im Rahmen der Sprachentwicklung.

Beim Begriffsaufbau einer Zahl und der Strukturierung des Zahlenraums treffen die Kinder außerdem wieder auf zahlreiche sprachliche „Tücken“ der mathematischen Sprache, die ihnen ebendiesen noch schwieriger machen. Betrachtet man die Grafik auf der vorangegangenen Seite, sieht man, dass dabei sprachliche Begriffe wie „gerade bzw. ungerade Zahl“, „das Doppelte/ die Hälfte“, „mehr/ weniger“ oder „vor/ nach“ von Bedeutung sind.
Hinsichtlich des Begriffes „gerade/ ungerade Zahl“ sind besonders bei semantisch gestörten Kindern Interferenzen mit der alltagssprachlichen Bedeutung zu erwarten: „Eine Straße kann gerade sein, eine Zahl auch, obwohl sie krumm aussieht“ (Lorenz 2009, S. 40). Der Ausdruck „gerade“ für den Begriff „durch 2 teilbar“ ist äußert abstrakt und intransparent.
Mögliche Schwierigkeiten bezüglich der Begriffe „mehr/weniger“ und „vor/ nach“ sind bereits dargestellt worden. Die Schwierigkeiten hinsichtlich „vor/ nach“ möchte ich hier nochmals aufgreifen, da sie besonders prägnant sind. Die beiden Ausdrücke werden im Deutschen sowohl für räumliche als auch für zeitliche Relationen verwendet, wobei die räumliche und die temporale Bedeutung in Widerspruch zueinander stehen: Wenn ich im räumlichen Sinne sage „Er steht vor mir“, blicke ich nach vorne. Wenn ich im zeitlichen Sinne sage „Das erledige ich nachher“, blicke ich ebenfalls nach vorne, verwende aber „nach“ anstatt „vor“. Obwohl stets vom „Zahlenraum“ die Rede ist, werden die Begriffe „vor“ und „nach“ hier im zeitlichen Sinne verwendet. Deshalb sagt man, dass die 2 *vor* der 3 komme.

Beim Zählvorgang hingegen ist es wieder andersherum: Zähle ich von der 3 aus „vor", nenne ich die 4 und nicht die 2. Kinder mit Störungen im Bedeutungserwerb haben im Allgemeinen mit präpositionalen und relationalen Begriffen zu kämpfen, was verstärkt wird durch eventuelle Schwierigkeiten im morphosyntaktischen Bereich. Solche Widersprüchlichkeiten sind für sie eine große Belastung und können die Einsicht in die Strukturierung des Zahlenraums und in die Beziehungen zwischen Zahlen deutlich erschweren.

Im Falle von „vor/nach" bezieht sich dies auf den ordinalen Zahlbegriff. Dies ist aber nicht die einzige „Sprachfalle" in diesem Kontext. So referiert der Ausdruck „fünf Kinder" auf den kardinalen, der Ausdruck „das fünfte Kind" wiederum auf den ordinalen Zahlaspekt. Es handelt sich dabei um marginale sprachliche Feinheiten. Werden diese jedoch im Zusammenhang mit semantischen Störungen nicht differenziert, hat das Kind Probleme, den Bedeutungsunterschied zwischen Kardinal- und Ordinalzahl zu erfassen. Die Liste von „Sprachfallen" im Zusammenhang mit Zahlbeziehungen ließe sich noch weiter fortsetzen: Im Unterricht wird häufig hantiert mit Ausdrücken wie „Nachbarzahlen" (die Nachbarzahlen von 8 wären 7 und 9) und „Nachbarzehnerzahlen" (in diesem Falle 0 und 10). Wieder handelt es sich um einen marginalen sprachlichen Unterschied, der eine komplett andere mathematische Aussage bedeutet.

<u>Folgen für die Rechenfertigkeiten</u>

Die oben aufgeführten Zahlvernetzungen sind von grundlegender Bedeutung für die Entwicklung von Rechenstrategien (siehe Kapitel 4). Ist aufgrund von Schwierigkeiten des Begriffsaufbaus und der Begriffsvernetzung die Fähigkeit beeinträchtigt, Bezüge und Analogien zwischen Zahlen herzustellen und zu nutzen, besteht die Gefahr, dass das Kind beim zählenden Rechnen stehen bleibt. Besonders schwerwiegend wirkt sich die mangelnde Erfassung von Bezügen schließlich beim Rechnen in größeren Zahlenräumen aus: Das Rechnen bis 100 gelingt kaum, wenn hierbei keine Transfers aus dem Zahlenraum bis 20 hergestellt werden können. Dies ist nur logisch, wenn man bedenkt, dass bereits die Strukturierung des größeren Zahlenraums und die Einsicht in das Stellenwertprinzip ohne die Entdeckung von strukturellen Analogien nicht erschlossen werden können.

Auch beim Erwerb von Rechenstrategien sind erneut spezielle „Sprachfallen" identifizierbar. So ist nicht zu erwarten, dass alle Kinder in den Eingangsklassen den Ausdrücken „das Doppelte/ verdoppeln" bzw. „die Hälfte/ halbieren" eine Bedeutung zuordnen können. Bei den Verdopplungsaufgaben handelt es sich um Grundaufgaben, welche Kinder normalerweise schnell automatisieren und nutzen, um ähnliche Aufgaben abzuleiten. Dies gelingt ihnen, weil sie dem Begriff „Verdoppeln“ aus ihren Alltagserfahrungen eine Bedeutung zuordnen und diese auf mathematische Zusammenhänge übertragen können. Kinder mit semantischen Schwierigkeiten können sich jedoch nicht auf ihr Wissen über die Wortbedeutung stützen. Deshalb können sie nur schwer Rechenstrategien entwickeln, die auf dem Konzept des Verdoppelns basieren, wenn die Wortbedeutung nicht gesichert wird. Dasselbe ergibt sich im Falle der Ausdrücke „Nachbar -“, „Umkehr -“ und „Tauschaufgabe“. Diese sind ebenfalls nicht selbsterklärend: Was wird denn getauscht; die Zahlen, die Operationszeichen, …?

<u>Folgen für das Operationsverständnis</u>

Flexibles und auf Verständnis beruhendes Rechnen ist ohne ausreichendes Operationsverständnis nicht denkbar. Das heißt, der intermodale Transfer zwischen einer Sachsituation, einem entsprechenden Bild und der klassischen symbolischen Darstellung muss gelingen (vgl. Gerster/Schultz 2004, S. 241).

Während Gerster und Schultz (2004) jede der drei Repräsentationsformen als eigenständige „Sprache“ charakterisieren (vgl. Schäfer 2005, S. 200), rücken Kaufmann und Wessolowski (^{2}2009, S. 25) explizit die Rolle der Sprache in den Vordergrund, indem sie sie als vierte Repräsentation nennen. Beide Auffassungen haben meiner Meinung nach ihre Berechtigung. Die Modellierung von Kaufmann und Wessolowski trägt dazu bei, dass die sprachliche Determinanz des Operationsverständnisses nicht übersehen und als selbstverständlich gesehen wird. Jene von Gerster und Schultz (2004) halte ich für treffend, wenn man sich vor Augen führt, dass jede der drei Repräsentationen „sprachlich“ ist:

Die Sachsituation wird meist verbal beschrieben, z. B. in der Form einer „Rechengeschichte“: „Anna isst 2 Äpfel auf. Zuvor waren 5 Äpfel im Korb.“ Kinder mit semantisch-lexikalischen Störungen scheitern oft beim verbalen Verständnis der Sachsituation; besonders durch abstrakte Funktionswörter wie „zuvor“. Sachsituationen lassen sich jedoch nicht nur verbal darstellen, sondern auch durch konkrete, sensomotorisch erfahrbare Handlungen (vgl. Kaufmann/Wessolowski ^{2}2009, S. 25f.). Hier liegt ein „Schlüssel“ zur Entlastung dieser Kinder, worauf ich später zurückkommen werde.

Die bildliche Ebene ist bereits von konkreter sensomotorischer Erfahrung entfernt. Sie ist zwar noch anschaulich, im Kern jedoch bereits symbolisch. Diese Abstraktion kann im Zusammenhang mit semantischen Sprachstörungen bereits erschwerend wirken.

Auf der Ebene der symbolischen Darstellung (5 - 2 = 3), welche die höchste Abstraktheit aufweist, kommen Schwierigkeiten hinsichtlich des Begriffsaufbaus und der

Begriffsvernetzung im Zusammenhang mit semantischen Störungen auf ähnliche Weise zum Tragen, wie ich sie oben für die Vernetzung von Zahlen beschrieben habe: „Begriffe wie *plus* und *minus* müssen sprachlich fundiert sein, damit sie auch auf operationaler Ebene verstanden werden und damit umgegangen werden kann. Sprachlich fundiert heißt, dass diese Begriffe mittels semantischer Merkmale ausreichend gefüllt und mit anderen Begriffen verknüpft sind“ (Jung 2009, S. 50). Dazu gehört zuallererst, dass das Symbol + mit dem Begriff „plus“ verknüpft wird, und jener wiederum mit bestimmten Handlungen wie folgenden:

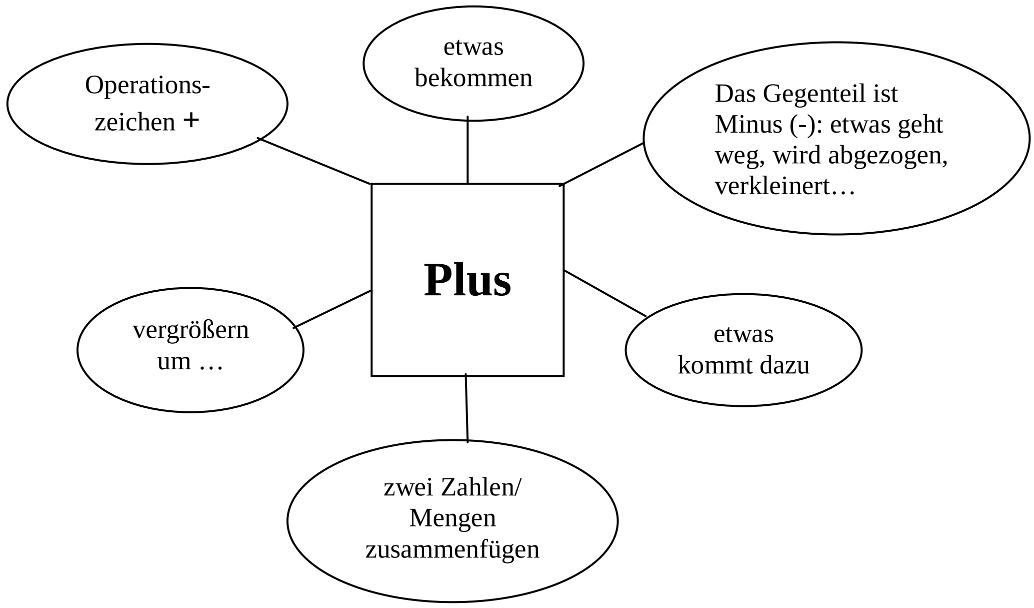


Abb. 7: Semantische Repräsentation des Begriffes „plus“ (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Jung 2009)

Verfügen Kinder mit Störungen im Bedeutungserwerb nicht über eine solche semantische Repräsentation von Begriffen wie „plus“, „minus“, „mal“ und „geteilt“ durch, erschwert dies das Verständnis für mathematische Handlungen. „Schwierigkeiten beim Verständnis operativer Zusammenhänge (…) können im Zusammenhang stehen mit Verwechslung der Operationszeichen, aber auch mit einem ungesicherten (…) Wortschatz: Unverständnis für Verben des Zulegens, bzw. des Wegnehmens, Verminderns, Abziehens“ (Beyerlein 1998, S. 11). Dabei handelt es sich weniger um Ausdrücke wie „etwas wegtun“, mit denen auch Kinder mit semantischen Schwierigkeiten etwas anfangen können, sondern um Abstrakteres wie z. B. in der Formulierung „Ich hebe Geld ab“. Es ist zu erwarten, dass viele semantisch gestörte Kinder dem Ausdruck „abheben“ nicht oder nicht sicher die Handlung des Wegnehmens zuordnen können.

Schäfer (2005, S. 256) stellt bei ihrer Untersuchung des Operationsverständnisses von

Schülern der 5. Klasse einer Hauptschule fest, dass viele der Schüler mit der Frage „wie oft?“ und mit den Ausdrücken „zweimal“, „dreimal“ nichts anfangen können, was dazu führt, dass sie kein inneres Konzept dessen entwickeln, was Multiplizieren bedeutet. Ähnlich verhält es sich bei der Division: „Nicht wenige Kinder können mit den Begriffen ´Teilen´ bzw. ´Geteilt durch´ zunächst keinerlei Assoziationen verbinden (…). Konkrete Handlungserfahrungen des Auf- oder Verteilens, zum Beispiel das Alltagsverständnis ´gleichgroße Portionen bilden´ oder ´eine Sache mit jemandem teilen´ stehen diesen Kindern (…) nicht spontan zur Verfügung“ (Schäfer 2005, S. 259).

Sprachlich bedingte Schwierigkeiten beim Lösen von Sachaufgaben

Wenn aufgrund von fehlenden Begriffen bereits das Erfassen der mathematischen Operationen erschwert ist, spitzt sich dies beim Lösen von Sachaufgaben nochmals zu.

Bevor eine Sachsituation mathematisiert werden kann, muss die Sachaufgabe von den Schülern zunächst encodiert werden (vgl. Häsel-Weide 2005, S. 282). Fritz und Ricken (2008, S. 56) sprechen hierbei von der Entschlüsselung der sprachlichen Oberflächenstruktur, also dem Verstehen des Textes auf sprachlicher Ebene. „Dazu sind ausreichende *Lesefertigkeiten* erforderlich, um sinnentnehmend die beschriebene Situation zu erfassen. Alle verwendeten *Begriffe* müssen in ihrer Bedeutung geläufig sein oder aus dem Text erschlossen werden können“ (Häsel-Weide 2005, S. 282). Kinder mit semantischen Schwierigkeiten scheitern häufig bereits hier. Können sie die inhaltliche Aussage aufgrund von mangelndem Leseverstehen und ihnen unbekannten Begriffen nicht erfassen, gelingt auch der zweite Schritt nicht; nämlich die Bildung einer Situationsvorstellung über die in der Aufgabe beschriebenen Handlungen und Prozesse (vgl. Fritz/Ricken, S. 56f.). Dies macht das Überführen in eine mathematische Operation fast unmöglich.

Es lassen sich typische Strategien finden, auf die viele Kinder mit Schwierigkeiten beim Lösen von Sachaufgaben zurückgreifen. Sie orientieren sich beispielsweise an Oberflächenmerkmalen (vgl. Franke 2003, S. 103). Die häufigste Strategie hierbei ist die sogenannte „Schlüsselwortstrategie“: Die Kinder orientieren sich an Wörtern, die Hinweise auf die anzuwendende Operation beinhalten (vgl. Häsel-Weide 2005, S. 283f.). Typische Signalwörter, die auf eine Addition hinweisen, wären z. B. „zusammen“ oder „hinzukommen“ und bei einer Subtraktion Wörter wie „weg“, „abschneiden“ etc. Manche Kinder suchen den Text schlichtweg nach solchen Reizwörtern ab und wählen die dazu passende Operation (vgl. ebd.; Lorenz 2004, S. 134).

Wie oben gezeigt worden ist, ist die Herstellung einer Verbindung zwischen Begriffen wie

„dazukommen“ und der entsprechenden mathematischen Operation des Addierens von grundlegender Bedeutung (Bsp.: Anna hat 2 Äpfel im Korb. Peter legt noch 2 dazu.“). Bei komplexeren Sachaufgaben sind jedoch höhere sprachlich-kognitive Anforderungen an die Lernenden gestellt, „ (…) denn die Sinnerschließung eines Textes erfolgt nicht über einzelne Wörter, sondern über den ganzen Text mit dem darin gekennzeichneten Beziehungsgefüge“ (Franke 2003, S. 111). Dass die Orientierung an Schlüsselwörtern zum Bumerang werden kann, zeigt folgendes Beispiel (vgl. Radatz 1983, hier nach ebd., S. 104) : „Im Winterschlussverkauf hat Firma Hackenspiel 240 Strumpfpaare verkauft. Das sind 65 Strumpfpaare weniger als vor einem Jahr. Wie viele Strumpfpaare wurden verkauft?“. Franke (ebd.) weist darauf hin, dass in der Untersuchung von Radatz viele Kinder aufgrund des Signalwortes „weniger“ eine Subtraktion durchführten.

Ebenso wie Kinder sich an Schlüsselwörtern orientieren, stützen sie sich oft auch auf reine Zahlenverhältnisse: Wenn im Text ähnlich große Zahlen auftauchen, muss ich eher addieren oder subtrahieren, bei deutlich unterschiedlichen Zahlen eher multiplizieren oder dividieren (vgl. Lorenz 1994, S. 14). Eine weitere Strategie ist, dass die Schüler einer Sachaufgabe einfach die Rechenoperation zuordnen, die im Unterricht gerade „dran“ ist (vgl. Franke 2003, S. 103f.).

Wie bereits erwähnt, können Kinder mit Störungen im Bedeutungserwerb schon auf der Ebene des Textverständnisses scheitern; besonders, wenn eine Sachaufgabe Wörter enthält, denen sie keine Bedeutung zuordnen können. Verstärkt werden die Schwierigkeiten auch, wenn die grammatische Struktur der Sachaufgabe komplex ist. So kann die Textaussage von semantisch gestörten Kindern oft nur bruchstückhaft und nicht in ihrem Beziehungsgefüge erfasst werden. Es liegt nahe, dass diese Kinder beim Lösen von Sachaufgaben dann in besonderem Maße auf die Orientierung an Oberflächenmerkmalen zurückgreifen, da ihnen keine andere Strategie zur Verfügung steht. Damit geraten sie allerdings – wie das Beispiel von Radatz zeigt – sehr schnell in eine Sackgasse.

Sprachlich bedingte Schwierigkeiten im Bereich Geometrie

Bereits in den ersten Schuljahren treffen Schulkinder auf einige geometrische Begriffe. Dabei handelt es sich vorwiegend um Bezeichnungen für geometrische Flächen (Dreieck, Rechteck, Quadrat, Kreis) und Körper (Würfel, Zylinder, Kugel, Pyramide). In der Geometrie wird die spezielle Beziehung zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Bedeutung besonders ersichtlich, denn hier entstehen besonders häufig Konflikte (siehe Kapitel 5.2.2). Hinsichtlich der geometrischen Körper kommt der alltagssprachlichen Bedeutung allerdings eine

Stützfunktion für den Erwerb der mathematischen Bedeutung zu: Ein Kind, das z. B. mit einem Zylinder einen rundgeformten Hut verbindet, kann diese Vorstellung nutzen, um einen Transfer zu der Form des geometrischen Körpers zu bilden.

Es ist jedoch kaum zu erwarten, dass Kinder mit Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb Wörtern wie Zylinder oder Pyramide eine ausreichend fundierte Bedeutung zuordnen können. Das heißt, ihnen fehlt die Stützfunktion der anschaulichen alltagssprachlichen Bedeutung für den Aufbau des mathematischen Begriffes. Wörter wie Zylinder erscheinen ihnen als absolut abstrakte und willkürliche Bezeichnungen für irgendwelche Körper. Schmitman (2007, S. 88) belegt anhand der bereits erwähnten Untersuchung nach Lörcher (1981), dass Kinder mit Deutsch als Zweitsprache mit geometrischen Begriffen besonders große Schwierigkeiten haben: Rund ein Drittel der mehrsprachigen Kinder hatte bei Lörcher Schwierigkeiten bei der Bezeichnung der Grundfiguren, während es bei Kindern mit Deutsch als Erstsprache nur rund ein Sechstel war.

Im Verlauf der Schuljahre, wenn die Anteile der Geometrie im Unterricht zunehmen, gewinnen präpositionale Begriffe wie über, unter, neben, hinter, in etc. zunehmend an Bedeutung, die für Kinder mit Spracherwerbsstörungen und mehrsprachige Schüler besonders schwierig sind.

Zusammenfassung

Es ist deutlich geworden, in welchem Umfang sich Schwierigkeiten beim Aufbau und bei der Vernetzung von Begriffen auf die Entwicklung mathematischer Kompetenzen auswirken können. Der Zusammenhang ist so komplex, dass man leicht den Überblick verlieren kann, weshalb ich die wichtigsten Punkte nochmals kurz zusammentragen möchte.

Bei der Fähigkeit zur Klassifikation handelt es sich im Kern um die sprachliche Fähigkeit, Dinge aufgrund ihrer semantischen Merkmale zu differenzieren und zu gruppieren. Kindern mit Störungen im Bedeutungserwerb gelingt dies nicht oder nur unzureichend.

Die Fähigkeit zur Serialität und das Verständnis der Mengeninvarianz werden maßgeblich durch relationale Begriffe bestimmt, über die Kinder mit semantischen Störungen nicht differenziert genug verfügen.

Schwierigkeiten beim Erwerb der Zählfertigkeit ergeben sich für diese Kinder dadurch, dass sie Probleme bei der Bedeutungskonstruktion von Zahlwörtern haben können – was durch die spezielle Zahlensprache des Deutschen mitbedingt wird. Diese hat auch Einfluss auf den Erwerb des Stellenwertsystems und die Ziffernnotation. Beides fällt schwer, da das Dezimalsystem nicht unmittelbar aus deutschen Zahlwörtern abgeleitet werden kann. Es kann also insgesamt die Schwierigkeit auftreten, dass keine stabilen Verbindungen quantitativen Aspekten, Zahlwörtern und Ziffern hergestellt werden und so die Zahlverarbeitung im Sinne des Triple-Code-Modells beeinträchtigt ist.

Mangelndes Symbolverständnis im Zusammenhang mit semantischen Störungen kann die Zahlverarbeitung ebenso beeinträchtigen: Das Kind erfasst nicht, dass Ziffer und Zahlwort eine Menge repräsentieren. Dasselbe ist bei den Operationen der Fall, indem die doppelte Symbolisierung von Handlungen des Zutuns und Wegnehmens durch die Ausdrücke „plus“ und „minus“ und die Zeichen + und – nicht durchschaut wird.

Die mangelnde Verfügbarkeit semantisch gestörter Kinder über Begriffsvernetzungen kann dazu führen, dass nur schwer mathematische Beziehungen hergestellt werden. Dies hat Auswirkungen auf die Dimension des Zahlverständnisses, der Strukturierung des Zahlenraums, der Rechenfertigkeit sowie des Operationsverständnisses.

Mögliche Schwierigkeiten von Kindern mit Störungen im Bedeutungserwerb beim Lösen von Sachaufgaben können im Kern darin bestehen, dass sie die inhaltliche Aussage aufgrund von mangelndem Leseverstehen und unbekannten Wörtern nicht erfassen und deshalb auf die Strategie zurückgreifen, sich an Oberflächenmerkmalen zu orientieren.

Im Bereich Geometrie fehlt ihnen die Stützfunktion der anschaulichen alltagssprachlichen Bedeutung für den Aufbau des mathematischen Begriffes sowie die fundierte Verfügbarkeit über präpositionale Begriffe.

Relevant sind auf allen Ebenen sprachliche „Tücken“, die sich aus den Charakteristika der mathematischen Fachsprache ergeben: aus der Knappheit und Verdichtung der mathematischen Sprache sowie aus der Vielzahl an Begrifflichkeiten, welche nicht selten in Konflikt zur Alltagssprache stehen.

6.2.2 Auswirkungen auf kommunikative Prozesse im Mathematikunterricht

Bisher ist ausführlich geschildert worden, welchen Einfluss Schwierigkeiten beim Aufbau und bei der Vernetzung von Begriffen auf kognitive Prozesse haben können. Ebenso haben sie Auswirkungen auf kommunikative Prozesse im Mathematikunterricht.

Folgen für das Verstehen von Arbeitsanweisungen

Durch Schwierigkeiten mit dem Sprachverständnis können Probleme beim Verstehen von Arbeitsanweisungen auftreten, sowohl auf mündlicher als auch auf schriftlicher Ebene. Diese werden besonders schwer verstanden, wenn unbekannte oder nicht gesicherte (Fach-) Wörter darin enthalten sind oder die Anweisung sehr komplex ist – sowohl hinsichtlich ihrer grammatischen Struktur als auch ihres Umfangs. Wie Baur und Endres (1999, S. 321) betonen, können Kinder mit Sprachverständnisschwierigkeiten nur eine begrenzte Anzahl von Informationen in einem Satz bzw. Text verarbeiten. Oft sind die Arbeitsanweisungen im Mathematikunterricht aber mehrschrittig. Die verschiedenen Schritte werden zudem in nur ein oder zwei Sätze gepackt, was semantisch gestörten Kindern die Informationsentnahme erschwert. Hierzu möchte ich ein Beispiel aus dem Fördermaterial nach Kaufmann und Wessolowski (^{2}2009) anführen. Hier lautet eine Anweisung: „Kreise 2 Eis rot, 3 Eis blau, 4 Eis gelb ein. Kreise das 2., das 3., das 4. Eis grün ein“. Viel einfacher für ein Kind mit sprachlichen Schwierigkeiten wäre die Formulierung: „Kreise 2 Eis rot ein. Kreise 3 Eis blau ein. (…)“, da es sich an den Punkten als Satzbegrenzung orientieren kann. Es kann nach jedem Satz innehalten und die jeweilige Anweisung umsetzen. Eine andere Anweisung im Fördermaterial nach Kaufmann und Wessolowski (ebd.) lautet: „Lass dir Zahlen diktieren und schreibe sie in die Stellenwerttafel“. Das Wort „diktieren“ ist gewiss nicht allen Kindern geläufig, wodurch sie nicht wissen, was von ihnen verlangt wird. Die Aufforderung „Lasse dir von deinem Lehrer/Mitschüler Zahlen vorlesen“ käme ihnen eher entgegen.

Folgen für den kommunikativen Austausch mit Lehrkraft und Mitschülern

Nicht nur das Verstehen von Arbeitsanweisungen ist im Mathematikunterricht gefordert, sondern auch der kommunikative Austausch über Rechenwege und Problemlösestrategien (vgl. Wendt 1997, S. 47). Auch hier werden Fachbegriffe und komplexe sprachliche Strukturen verwendet. Erfasst ein Kind mit Sprachverständnisschwierigkeiten die Äußerungen anderer Kinder oder der Lehrperson nicht ausreichend, kann es aus dem kommunikativen Austausch im Unterricht keinen Nutzen für die Weiterentwicklung seiner mathematischen Fähigkeiten und Kenntnisse ziehen. Aber auch seine aktive Teilnahme am kommunikativen Diskurs ist erschwert, denn hierfür ist grundlegend, dass man sich entsprechender sprachlicher Ausdrucksmittel bedienen kann. Gerade im Mathematikunterricht muss ein Kind über einen elaborierten Sprachcode, gespickt mit den erforderlichen Fachtermini, verfügen, um die Sachverhalte treffend und verständlich verbalisieren und darstellen zu können. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass die aktiv verfügbaren Ausdrucksmittel von Kindern und Jugendlichen im Mathematikunterricht sehr begrenzt sind; sie benutzen die Fachwörter ungenau oder ersetzen sie durch andere, umgangssprachliche Ausdrücke (vgl. Niederdrenk-Felgner 2000, S. 8). Kinder mit Störungen im Bedeutungserwerb, besonders im Kontext von Mehrsprachigkeit, sind hier besonders stark eingeschränkt. Es ist denkbar, dass sie die mathematischen Sachverhalte sehr gut verstanden haben, dies aufgrund ihrer mangelnden sprachlichen Ausdrucksfähigkeit jedoch nicht entsprechend darstellen können und ihre mathematischen Leistungen dadurch unterschätzt werden. Wortfindungsstörungen können hier ebenfalls eine Rolle spielen. Es ist möglich, dass ein Kind gerne mitteilen möchte, dass es 6 + 5 über die Verdopplung 6 + 6 gelöst hat, aber das Wort „verdoppeln" in dem Moment nicht abrufen kann.

6.2.3 Konsequenzen für den Mathematikunterricht und die Förderung

Meine Ausführungen haben gezeigt, dass Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb in vielfältiger Weise die Entwicklung mathematischer Konzepte und Kompetenzen beeinträchtigen bzw. erschweren können. Nun ist es aber keineswegs so, dass man dieser Tatsache ohne Einflussmöglichkeiten gegenübersteht. Ich möchte zentrale Punkte nennen, die es im Unterricht und in der Förderung zu beachten gilt, um die betroffenen Kinder dabei zu unterstützen, ihren Zugang zur Mathematik zu finden – ohne dass ihre sprachlichen Schwierigkeiten ihnen den Weg verstellen. Dies gilt sowohl für die kognitive als auch für die kommunikative Ebene, die eng miteinander verknüpft sind.

Von grundlegender Bedeutung ist zunächst, dass sich Lehrkräfte der möglichen sprachlichen Determiniertheit von mathematischen Schwierigkeiten bewusst sind und diese auch bewusst reflektieren. Die für den Mathematikunterricht erforderlichen sprachlichen Kompetenzen dürfen nicht als selbstverständlich vorausgesetzt werden, sondern man muss sich vielmehr folgende sprachpädagogische Frage stellen: „Ist die Sprachkompetenz des Kindes so entwickelt, daß es den Weg von der Umgangssprache zur fachspezifischen Sprache verstehend mitgehen kann? Welche Hilfen und Anregungen benötigt es auf diesem Weg? Wie muß der Lernprozeß methodisch-didaktisch als sprachlich ausgerichteter Lernweg im Fach Mathematik gestaltet werden?" (Wendt 1997, S. 48). Maier (2006, S. 16) betont, dass sich der Mathematikunterricht beim Ausgleich sprachlicher Defizite nicht allein auf das Fach Deutsch verlassen kann, sondern für die Bewältigung spezifischer Aufgaben selbst in der Pflicht steht. Die sprachliche Dimension muss also explizit in die Unterrichtsplanung des Mathematikunterrichts einbezogen werden und sprachliche Aspekte sind immer wieder zu thematisieren und zu erarbeiten. Wie kann dies aussehen?

Aufbau von Begriffen

Die grundlegenden Probleme spracherwerbsgestörter Kinder resultieren aus einer mangelnden Begriffsbildung und Begriffsvernetzung. Darum kommt dem Aufbau von tragfähigen mathematischen Begriffen eine zentrale Rolle zu.

Da die betroffenen Kinder Schwierigkeiten haben, die Sprache für die mathematische Begriffsbildung zu nutzen, sollten ihnen außersprachliche Mittel zur Verfügung gestellt werden, wo immer es möglich ist. Das heißt, es sollte immer wieder auf die enaktive und die ikonische Ebene zurückgegriffen werden. Die stete Verbindung zwischen einer symbolischen Darstellung und einer Handlung ist zentral und erleichtert den Begriffsaufbau immens. Hierzu möchte ich einige Beispiele anführen. Wie bereits erwähnt, muss beim Verstehen von Operationen ein intermodaler Transfer zwischen Sachsituation, Modell und symbolischer Darstellung hergestellt werden. Laut Gerster und Schultz (2004, S. 241) begegnet die Sachsituation den Schülern meist in verbaler Form. Sie ist jedoch zusätzlich in Form einer Handlung darstellbar (vgl. Kaufmann/Wessolowski [2]2009, S. 25). Darauf kann man zurückgreifen, um Kindern mit Störungen im Bedeutungserwerb das Verständnis für Operationen zu erleichtern: Man stellt eine Verbindung her zwischen einer sensomotorisch erfahrbaren konkreten Handlung und den abstrakteren Darstellungsformen Sprache, Modell und Symbolik. Das Kind erwirbt anhand der Handlung eine Vorstellung von der Operation und diese Vorstellung wird stabilisiert durch Vernetzungen zwischen den Ebenen.

Ein weiteres Beispiel für die Vernetzung von Begriffen gibt Schäfer (2005), und zwar bezüglich Mengenrepräsentation, Zahlwort und Zifferndarstellung im Sinne des Triple-Code-Modells nach Dehaene (1992). Sie schlägt vor, das Kind durch folgende Aufgaben bei der Vernetzung der drei Aspekte zu unterstützen (vgl. Schäfer 2005, S. 194): Zahlwort und Zifferndarstellung zu einer gegebenen Mengenrepräsentation finden, zu einer Zifferndarstellung das Zahlwort finden und mit Mehrsystemblöcken legen, zu einem Zahlwort die Mengenrepräsentation und die Zifferndarstellung finden etc. Die Schwierigkeit der Zahlwortbildung im Deutschen als sprachliche „Tücke“ berücksichtigt Schäfer durch die Verwendung sogenannter Seguinkarten (siehe Abbildung 8). Ich werde im Praxisteil den Vorteil von Seguinkarten genauer beschreiben.

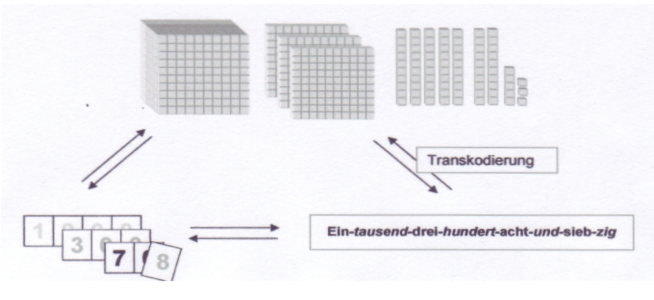


Abb. 8: Materialgestützte Hilfen zur Entwicklung von Zahlverständnis und Zählfertigkeit (und Stellenwertverständnis, Anmerkung C. D.) auf konkreter, sprachlicher und symbolischer Ebene (ebd., S. 193)

Bearbeitung sprachlicher „Tücken“

Ein sprachlich orientierter Mathematikunterricht geht bewusst auf die sprachlichen „Tücken“ der mathematischen Sprache ein. Dazu gehört in besonderer Weise das Erarbeiten von relevanten relationalen Begriffen im zeitlichen und räumlichen Sinne und speziellen mathematischen Fachtermini, welche für die Orientierung im Zahlenraum und für Rechenprozesse grundlegend sind. Außerdem ist wichtig, dass bewusst auf Verständnisschwierigkeiten eingegangen wird, die durch Bedeutungsinterferenzen zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Bedeutung entstehen können. Niederdrenk-Felgner (2000, S. 7) schlägt vor, dass man die Kinder vor der Einführung eines Fachwortes um Assoziationen bittet, die in Form von Mind-Maps fixiert werden. Erst danach wird die Verwendung des Wortes in der Fachsprache begründet und die Bedeutung für die Kinder nachvollziehbar gesichert. Die kindlichen Assoziationen können hierbei hilfreich sein, da Verknüpfungen zu etwas Bekanntem hergestellt werden. Insgesamt ist es insbesondere für Kinder mit semantischen Störungen hilfreich, die Sinnzusammenhänge von mathematischen Begriffen aufzuzeigen und ein Wort an außermathematischen Zusammenhängen zu verankern (vgl. ebd., S. 5). Beispielsweise kann es Kindern helfen, sich über den Zylinder als Hut auszutauschen, um daraus Rückschlüsse zu ziehen, weshalb der geometrische Körper auch so heißt. Natürlich ist zu beachten, dass im Kontext von semantischen Störungen auch die außermathematischen Zusammenhänge evtl. erst erarbeitet werden müssen. Bezogen auf das Beispiel des Zylinders bedeutet das, dass ein Kind mit eingeschränktem Wortschatz zunächst den Hut namens Zylinder kennen lernen muss.

Entwicklung einer lernförderlichen Kommunikationskultur

Besonders für Kinder mit Störungen im Bedeutungserwerb ist es immens wichtig, eine „lernförderliche Kommunikationskultur“ (Wendt 1997, S. 47) im Unterricht zu entwickeln. Dazu gehören vielerlei Aspekte.

Zunächst gilt es, das Verstehen zu sichern. Dabei muss die Lehrkraft in der Lage sein, elementare mathematische Zusammenhänge auf einfache und für Kinder einsichtige Weise darzustellen (vgl. Radatz 1992, hier nach ebd., S. 48). Dies gilt jedoch nicht nur für mathematische Zusammenhänge, sondern auch für Arbeitsanweisungen. Diese sind zu „entrümpeln“; das bedeutet, dass kurze Sätze mit einfacher Struktur und möglichst kindgemäßem Vokabular gewählt werden. Wie ich oben bereits gezeigt habe, ist zu vermeiden, dass zu viele Aufforderungen in einen Satz gepackt werden. Michalak (2009, S.

42) weist darauf hin, dass Unsicherheiten beim Verstehen von Arbeitsanweisungen außerdem vermieden werden können, wenn die Aufgabenstellungen selbst Thema des Unterrichts werden. Sie schlägt unter anderem vor, für Verben, auf welche die Kinder in Aufgabenstellungen häufig treffen, Synonyme zu erarbeiten, damit die Wörter im mentalen Lexikon miteinander verwoben werden. Baur und Endres (1999, S. 325) machen darauf aufmerksam, dass Kinder mit semantischen Störungen Arbeitsanweisungen deutlich besser umsetzen können, wenn die sprachliche Aufforderung vereinfacht und mit nonverbalen, visuellen Hilfen verbunden wird. Im Falle der Aufgabe „Ordne die Zahlen der Größe nach und färbe die Einerstellen rot und die Zehnerstellen blau", könnte dies so aussehen (vgl. ebd.):

Verbale Instruktion:	Nonverbale Hilfe:
„die Zahlen ins Heft schreiben"	Therapeut zeigt auf die Zahlen
„von klein bis groß" (bzw. „mit der anfangen" o. ä.)	Therapeut zeigt auf die ersten Zahlen oder schreibt sie hin
„dann musst du die Zahlen anmalen"	
„alle die blau"	Therapeut zeigt
„alle die rot"	Therapeut zeigt

Ich möchte zu der Darstellung von Baur und Endres (ebd.) allerdings anmerken, dass ich an dieser Stelle die Ausdrücke Zehner- und Einerstellen nicht umgehen würde, da dies auf Dauer kontraproduktiv für den mathematischen Lernprozess ist. Vielmehr ist dafür zu sorgen, dass das Kind den Termini immer wieder in einer Weise begegnet, die in seiner individuellen „Zone der nächsten Entwicklung" (Vygotskij 1987) liegt, sodass es seine sprachlichen Fähigkeiten erweitern kann.

Verstehen ist des Weiteren ein „Knackpunkt" bei Sachaufgaben. Auch hier ist eine „Entrümpelung" für Kinder mit sprachlichen Schwierigkeiten hilfreich. Folgende Textaufgabe enthält beispielsweise zahlreiche sprachliche „Fallen" (vgl. Baur/Endres 1999, S. 325): „Für die Aula einer Schule werden 165 Stühle bereitgestellt. Das städtische Bauamt liefert noch 140 Stühle nach. Wie viele Sitzplätze stehen zur Verfügung?". Für ein Kind mit Schwierigkeiten stellen die Wörter „Aula", „städtisches Bauamt", „bereitstellen", „nachliefern" und „Sitzplätze" Hürden dar, die es am Verständnis der Textaussage und somit an der Ermittlung der erforderlichen Operation hindern. Baur und Endres (ebd.) schlagen folgende Modifikation vor: „Es sind 165 Stühle in einer Schule. Dann kommen 140 neue

Stühle. Wie viele Stühle sind es zusammen?“ Außerdem sollten Kinder im Zusammenhang mit Textaufgaben zum genauen Lesen und zu einer interaktiven Auseinandersetzung mit den einzelnen Textteilen angeregt werden: „Es kommt vor allem auf langsames, wortweises Abarbeiten des Textes an, denn jedes einzelne Wort kann entscheidend und jedes Symbol wesentlich für das Sinnverständnis sein. Die wechselseitigen Bezüge innerhalb des Texts machen es oft notwendig, sich simultan auf mehrere oder alle Textteile zu beziehen“ (Maier 2006, S. 16f.). Kinder mit sprachlichen Schwierigkeiten brauchen hier strukturierende Hilfen und Unterstützung.

Nicht nur das Verstehen ist für kommunikative und kognitive Prozesse im Mathematikunterricht wichtig, sondern auch die aktive Teilnahme am Unterrichtsdiskurs, der von einem kommunikativen Austausch zwischen den Schülern lebt. Lorenz (2002, S. 25) betont, dass diese Kommunikation kein Selbstzweck ist, sondern dazu dient, dass die Kinder flexible Lösungsstrategien entwickeln, anstatt „nur“ richtige Lösungszahlen zu produzieren. Dadurch, dass sich Kinder über ihre Rechenwege austauschen, wird ihr Nachdenken angeregt: „Der Kontrast mit anderen Lösungswegen (…) führt zum Bemühen, die eigene Strategie zu optimieren“ (ebd.). Wie bereits erwähnt, ist die sprachliche Beschreibung von Rechenwegen sehr anspruchsvoll und kann besonders von Schülern mit sprachlichen Schwierigkeiten kaum geleistet werden. „Wer nicht schon von zu Hause aus einen elaborierten Sprachcode mitbringt und seine Entdeckungen durch eigene Wortschöpfungen verbalisieren kann, ist auf Hilfen für eine angemessene (…) Darstellung angewiesen“ (Jansen 2010, S. 44). Lorenz (2002, S. 26) schlägt dazu vor, den Kindern Anschauungsmittel zur Hand zu geben, mit denen sie Handlungen ausführen und durch diese Handlungen ihren Rechenweg aufzeigen können. Begleitend dazu können sie schlicht und einfach sagen: „Ich hab das so gemacht“. Auf diese Art können auch Kinder, die über eingeschränkte sprachliche Ausdrucksfähigkeiten verfügen, aktiv am kommunikativen Austausch teilhaben. Aber der Mathematikunterricht muss auch anregen, dass die Kinder ihre sprachlichen Fähigkeiten ausbauen. Hilfreich wäre hierbei die Fixierung von schwierigen „Mathewörtern“ an einer Tafel, an der sich die Kinder orientieren können, wenn sie mathematische Sachverhalte zu verbalisieren versuchen (vgl. Jansen 2010, S. 45). Ein Feedback von Lehrkraft oder Mitschülern kann ebenfalls hilfreich sein: „Aha. Du bist also so vorgegangen, dass …“ (vgl. ebd.). Gemäß Maier (2006, S. 17) kann auch die Schriftsprache dazu beitragen, dass sich Schüler verstehend mit mathematischen Inhalten auseinandersetzen. Wenn sie ihre Lösungsschritte schriftlich beschreiben, erhalten sie die Gelegenheit, ihre Sprachmittel bewusst auszuwählen und den Gebrauch fachsprachlicher

Mittel zu erproben. Die Schrift könne somit die fachsprachliche Kompetenz fördern. In diesem Zusammenhang halte ich es jedoch für sehr wichtig, dass die Lehrkraft einschätzen kann, inwieweit ein Kind zur schriftlichen Beschreibung seiner Problemlöseprozesse in der Lage ist – handelt es sich hier doch um eine hohe sprachlich-kognitive Anforderung. Für Kinder mit semantischen Störungen stellt das zumindest in den ersten Schuljahren sicherlich eine Überforderung dar.

Insgesamt ist deutlich geworden, dass zwischen den sprachlichen und mathematischen Fähigkeiten eines Kindes komplexe Wechselwirkungen bestehen, und zwar in beide Richtungen. Die sprachlichen Fähigkeiten eines Kindes haben nicht nur Einfluss auf seine mathematischen Kompetenzen, sondern auch umgekehrt. Nolte (2000, S. 37) beschreibt das achtjährige Mädchen Barbara, welches Zahlen vorgelegt bekam und nicht beantworten konnte, welches die kleinste und welches die größte Zahl sei. Die Ursache dessen war, dass Barbara noch nicht über den kardinalen Zahlaspekt verfügte und somit keine Vorstellung einer Mengenrepräsentation der Zahlen hatte. Nolte betont deshalb, dass Schwierigkeiten, die sich zunächst als sprachliche darstellen, ihren Ursprung nicht in der Sprache haben müssen.
Es ist festzuhalten, dass sich Sachkompetenz und Sprachkompetenz stets gegenseitig beeinflussen: Wächst die eine, so nimmt auch die andere zu (vgl. Niederdrenk-Felgner 2000, S. 9). Dies spricht für die enge Verknüpfung sprachlicher und arithmetischer Aspekte bei der Förderung mathematischer Kompetenzen, wie ich sie eben dargestellt habe. Im Hinblick auf Störungen im Bedeutungserwerb ist dies von umso größerer Bedeutung.

7. Praxisteil: Diagnosegeleitete Förderung eines mehrsprachigen Jungen

Um meine Theorie über den Zusammenhang zwischen Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb und mathematischen Schwierigkeiten praktisch zu reflektieren und zu veranschaulichen, habe ich mich über mehrere Monate mit einem mehrsprachigen Jungen beschäftigt, bei dem ich ebendieses Zusammenhang entdecken konnte. Meine Kommilitonin Frau Drees und ich hatten den neunjährigen Arsim[3] im September 2009 im Rahmen des sonderpädagogischen Gutachtens kennen gelernt, welches wir gemeinsam erstellt haben. Anlass der damaligen Untersuchung war die Feststellung der Klassenlehrerin, dass Arsim

[3] Name geändert

über deutliche sprachliche Einschränkungen verfügte, welche in vielen Bereichen zu schulischen Schwierigkeiten führten. Aufgrund dieser Schwierigkeiten befürchtete sie bereits, dass Arsim am Ende des Schuljahres noch ein weiteres (Halb-) Jahr in der Eingangsstufe würde verbringen müssen und dann bereits 10 Jahre alt sein würde.

Arsim wurde im Oktober 2000 in Deutschland geboren und ist mit seinen neun Jahren das jüngste von 5 Kindern. Er ist albanischer Herkunft, denn seine Familie kam im Februar 1999 aus dem Kosovo nach Deutschland. Er befindet sich aktuell im zweiten Jahr der Eingangsklasse der Grundschule. Nachdem er drei Jahre lang den Regelkindergarten besucht hatte, wurde er aufgrund anhaltender sprachlicher Schwierigkeiten vom Schulbesuch zurückgestellt und in den Schulkindergarten für Sprachbehinderte überwiesen. Genaueres zu den Hintergründen konnte uns die Familie nicht mitteilen und auch die Schule hatte keine Unterlagen diesbezüglich, auf die wir hätten zugreifen können. Derzeit besucht Arsim das Ganztagesangebot der Schule und macht dort auch seine Hausaufgaben.
Hinsichtlich Arsims sprachlicher Entwicklung erfuhren wir bei einem Besuch bei der Familie, dass er seit seiner frühen Kindheit sowohl Kontakt zur albanischen als auch zur deutschen Sprache hat. Schon immer hat die Tante als wichtige Bezugsperson mit Arsim neben Albanisch vorwiegend Deutsch gesprochen. Sie spricht das Deutsche jedoch nicht auf dem Niveau einer Muttersprache. Die Eltern kommunizieren mit den Kindern auf Albanisch und die Geschwister untereinander meist Deutsch. Das Albanische hat für Arsim also vor allem in der Kommunikation mit seinen Eltern eine Bedeutung. Erzählungen der Familie zufolge spricht er die Sprache außerdem, wenn er mit albanischen Freunden zusammen ist. Albanischunterricht erhält er nicht, da der Familie hierzu kein Angebot bekannt ist.
Aussagen der Eltern zufolge hat Arsim spät angefangen zu sprechen und spreche insgesamt besser Deutsch als Albanisch. So berichtete uns die Mutter, dass es Arsim nur schwer gelinge, mit der Großmutter in Albanien ein Telefonat zu führen.

Unsere Untersuchung im Rahmen der Gutachtenerstellung hatte ergeben, dass bei Arsims schulischen Problemen vor allem Schwierigkeiten im Bedeutungserwerb ausschlaggebend waren, die ihn in vielfältigen schulischen Bereichen beeinträchtigten – unter anderem auch in Mathematik. Diese Aspekte griffen Frau Drees und ich im Anschluss an die Gutachtenerstellung heraus, um sie im Rahmen unserer Wissenschaftlichen Hausarbeiten vertiefend zu erarbeiten. Dabei beschlossen wir, erneut in Kooperation zu arbeiten: Während Frau Drees entschied, Arsim bei der Weiterentwicklung seiner semantischen Fähigkeiten unter

Einbezug der Schriftsprache zu unterstützen, übernahm ich die Förderung seiner mathematischen Fähigkeiten. Dabei plante ich entsprechend der Fragestellung meiner Arbeit, explizit sprachliche Aspekte zu berücksichtigen. Wo immer es möglich sein würde, beabsichtigten wir, die beiden Förderbereiche zu verknüpfen, um Arsim optimal zu unterstützen.

Der Zeitraum unserer Zusammenarbeit mit Arsim im Rahmen der wissenschaftlichen Hausarbeit erstreckte sich insgesamt von Anfang Dezember 2009 bis Mitte Mai 2010. Dabei arbeiteten wir zweimal die Woche für jeweils 60 Minuten mit dem Kind.

Ich werde zunächst unser diagnostisches Vorgehen in Bezug auf die beiden Förderbereiche aufzeigen. Dieses setzt sich zusammen aus diagnostischen Schritten im Rahmen des Gutachtens sowie aus diagnostischen Aspekten, welche wir für die wissenschaftliche Hausarbeit ergänzend herangezogen haben. Daran anschließend werde ich Arsims Fähigkeiten und Schwierigkeiten erläutern, die in der Förderdiagnostik ersichtlich geworden sind, und daraus Förderschwerpunkte ableiten. Schließlich folgen die Darstellung ausgewählter Fördersituationen und eine Zusammenfassung von Arsims Lernfortschritten.

Insgesamt werde ich hauptsächlich auf den Bereich Sprache und Mathematik eingehen und zu Frau Drees´ Vorgehen nur insofern überblicksartige Angaben machen, wie dies für das Verständnis unseres Gesamtkonzeptes angemessen ist. Für detaillierte Erläuterungen verweise ich auf die Arbeit von Drees (2010).

7.1 Diagnostisches Vorgehen

Bereich Semantik und Schriftsprache (vgl. auch Drees 2010)

Um Arsims Fähigkeiten und Schwierigkeiten im semantisch-lexikalischen Bereich zu untersuchen, nutzten wir gemeinsame Handlungs- und Spielsituationen, aus denen sich vielfältige Gesprächsanlässe ergaben. Aus diesen Situationen gewannen wir freie Sprachproben. Wortschatztests oder Ähnliches nutzten wir nicht, da diese die sprachlichen Fähigkeiten eines Kindes vollkommen losgelöst von kommunikativen Anlässen untersuchen. Uns war wichtig, Arsims sprachliches Handeln in ganz konkreten kommunikativ eingekleideten Situationen zu erfassen. Beispiele für solche Situationen waren folgende:

- Im semantischen Feld „Nahrung“ sprachen wir darüber, was jeder von uns am liebsten isst. Dies geschah anhand von Klappbildern, auf denen Nahrungsmittel abgebildet waren.

- Die Betrachtung einiger Bilder im Rahmen schriftsprachlicher und mathematischer Aufgaben bot Gesprächsanlässe innerhalb verschiedener semantischer Felder (z. B. Stadt, Backen, Geburtstag).
- Innerhalb der semantischen Felder „Tiere“ und „Kleidung“ kategorisierten wir Bilder bzw. die Namen der Tiere/ Kleidungsstücke nach Ober- und Unterbegriffen und ordneten den Tieren bestimmte semantische Merkmale zu. Beim semantischen Feld „Tiere“ wären das beispielsweise „Das Tier kann fliegen“, „Das Tier ist glitschig“, „Das Tier hat Streifen“. Eine Veranschaulichung dessen findet sich unter den Anlagen auf den Seiten 125 und 126.
- Weitere Gesprächsanlässe ergaben sich auf natürliche Weise am Anfang der Sitzungen. Wir sprachen z. B. über Arsims Erlebnisse am Wochenende oder über Themen des Morgenkreises.

Frau Drees führte des Weiteren Untersuchungen zu Arsims schriftsprachlichen Fähigkeiten durch. Diese bezogen sich vor allem auf das (lauttreue) Verschriften, Arsims Lesekompetenz und auf sein Wissen über Sprache (Fachbegriffe wie Wort, Satz, Silbe etc.).

Bereich Mathematik und Sprache

Der Bereich Mathematik hatte im Rahmen des Gutachtens nur eine Nebenrolle gespielt, weshalb wir hierbei nur einige Aufgaben des SBL I zur Überprüfung von Arsims Lernstand ausgewählt hatten. Wenn diese Aufgaben auch bereits wichtige Hinweise auf Arsims Fähigkeiten und Schwierigkeiten geliefert hatten (siehe Kapitel 7.2), waren sie doch zu dünn, um eine fundierte Förderung daran anzuschließen. Außerdem kam hinzu, dass zwischen der Erstellung des Gutachtens und meiner Zusammenarbeit mit Arsim im Rahmen der wissenschaftlichen Hausarbeit mehrere Monate lagen und davon auszugehen war, dass sich seine mathematischen Fähigkeiten in der Zwischenzeit weiterentwickelt hatten.

Für eine ausführlichere Erhebung von Arsims Lernentwicklungsstand nutzte ich schließlich den „informellen Test“ nach Kaufmann/Wessolowski (^{2}2009), der ein breites Spektrum mathematischer Kompetenz abdeckt und gezielte Hinweise auf Fördermöglichkeiten gibt. Es gibt zwei unterschiedliche Versionen dieses Verfahrens: Eine, die sich auf den Zahlenraum bis 20 bezieht und eine weitere, die den Zahlenraum bis 100 umfasst, wobei einige Aufgaben in beiden Versionen identisch sind. Die Lehrkraft hat die Wahl, das gesamte Verfahren durchzuführen oder aber gezielt Teilaufgaben aus den Bereichen zu wählen, in denen sie sich Einsichten in den Lernentwicklungsstand eines Kindes wünscht.

Ich möchte an diesem Punkt etwas zur Begrifflichkeit anmerken: Kaufmann und Wessolowski bezeichnen ihr Verfahren als „informellen Test“. Diese Formulierung halte ich deshalb nicht für angemessen, da die Bezeichnung „Test“ eine Standardisierung in Form von quantitativen Vergleichsnormen beinhaltet. Eine Standardisierung liegt diesem Verfahren jedoch nicht zugrunde. Ich bevorzuge darum im Folgenden die Bezeichnung „qualitatives Verfahren“ nach Kaufmann/Wessolowski (^{2}2009).
Im Laufe der Förderdiagnostik habe ich das Verfahren an gewissen Punkten um weitere diagnostische Aspekte ergänzt, bei denen ich mir noch einen detaillierteren Einblick gewünscht habe.

7.2 Arsims Fähigkeiten und Schwierigkeiten

Bereich Semantik und Schriftsprache (vgl. auch Drees 2010)
Um Arsims Fähigkeiten und Schwierigkeiten zu verdeutlichen, führe ich exemplarisch einige Äußerungen Arsims auf. Dabei orientiere ich mich an den in Kapitel 3.2 erläuterten Beobachtungsbogen nach Füssenich/Geisel (2008).
Um einen Eindruck von Arsims sprachlichem Verhalten zu geben, möchte ich zunächst eine Dialogsequenz vorstellen und diese anschließend analysieren.

<u>Dialogsequenz:</u>
E[4]*: Was siehst du denn da auf dem Bild?*
K: Die spielen Sandkasten.
E: Mmh, schau mal, die sitzen da am Tisch, ich glaub nicht, dass die da Sand haben, aber die machen was, das man im Sandkasten auch machen kann.
K: Ja so .. (zeigt gestisch das Ausstechen von Plätzchen) *so.. Brötchen.*
E: Genau, die backen was. Schau noch mal, was sie da backen, kennst du das?
K: Ja, so Dinger, ähm wie heißt des wieder?
E: Mit [p] fängt´s an .... [pl]…
K: Ja, Plätzchen.
E: Genau, die backen Plätzchen. Und schau mal, wo tun die die Plätzchen dann hin?
K. Weiß nicht.
E: Hier, (zeigt auf das Bild) *das ist ein Backblech und das schiebt man dann in den*

[4] E = Erwachsener; K = Kind

Backofen rein.
K: Ja, des hat meine Mama auch.
E: Hast du schon mal Plätzchen gebacken?
K: Ja.
E: Was braucht man denn da alles?
K: Pulver.
E: Was ist das denn für ein Pulver?
K: Zucker.
E: Ja, Zucker, damit die Plätzchen süß werden.
K: Und Pulver und solche Dinger, die man immer kneten kann, wie heißt des wieder?

Das Beispiel zeigt, dass Arsim Schwierigkeiten hatte, sein begriffliches Wissen in Worte zu fassen. Das Suchen nach der Bezeichnung bzw. nach einer möglichen Umschreibung führte dazu, dass Arsims Sprache durch viele Stockungen und neue Satzanfänge gekennzeichnet war. Glück ([3]2009, S. 78) spricht hierbei von sogenannten Performanzauffälligkeiten als Begleiterscheinung semantisch-lexikalischer Störungen. Diese machten seine Äußerungen für uns als Kommunikationspartnerinnen teils schwer verständlich, was uns auch die Lehrerin bestätigte.
In der exemplarischen Dialogsequenz wurde außerdem ersichtlich, dass Arsim Begriffe teilweise gestisch verdeutlichte, wie z. B. das Backen von Plätzchen, oder sie unter Rückgriff auf die Funktion des Gegenstandes umschrieb. Dabei verwendete er immer wieder Vielzweckwörter wie „Dinger“:

Kindliche Äußerung	**Zielstruktur**
Und Pulver und solche Dinger, die man immer kneten kann, wie heißt des wieder?	Mehl

Die Strategien wurden auch in anderen Situationen ersichtlich:

Die machen so … die Beeren … so matschig … und dann tun die´s da drauf.	Marmelade
Dings … so zum drauftun, äh, dass des Tisch nicht nass wird.	Tischdecke

Eine weitere Strategie Arsims, die typisch für semantische Störungen ist, waren Ersetzungen von Bezeichnungen durch Wörter aus demselben semantischen Feld, wobei sich einige

lautlich ähnelten: So ersetzte Arsim beispielsweise Meerschweinchen durch „*Kaninchen*“, Wippe durch „*Schaukel*“, Knie durch „*Kinn*“ und Kreuz durch „*Grab*“.
Weitere Ersetzungen orientierten sich am Aussehen des jeweiligen Gegenstandes, wie „*Spitze*“ für Fahrradsattel, „*Spitzen*“ für Stacheln, „*Stiel*“ für Geweih.
Als wir zusammen mit Arsim die Tiere und die Kleidungsstücke in Kategorien ordneten (siehe S. 125 und 126), wurde deutlich, dass er über allgemeine Oberbegriffe verfügte, ihm spezifischere Bezeichnungen jedoch häufig nicht möglich waren. So bezeichnete er alle Kleidungsstücke, die am Oberkörper getragen werden (Unterhemd, T-Shirt, Bluse) als „*Pulli*“ und konnte auch bei den Schuhen keine differenzierte Bezeichnung vornehmen: Er benannte Stiefel, Hausschuhe, Sandalen, Turnschuhe alle als „*Schuhe*“. Auch für den Raben oder die Amsel benutzte er nur den Oberbegriff „*Vogel*“ und konnte beides nicht näher bezeichnen.

Auf mündlicher Ebene zeigten sich Arsims Schwierigkeiten im Sprachverständnis durch ausweichende Antworten, durch welche er sich Situationen sprachlicher Überforderung zu entziehen versuchte. Als wir ihn fragten, welches Tier denn grunzen kann, begann er beispielsweise von irgendetwas Anderem zu erzählen: „*Einmal hab ich ein großen Schlangen gesehen …*“. Ein weiteres anschauliches Beispiel für Arsims ausweichende Antworten, die nicht zu einer Erweiterung seiner sprachlich-kommunikativen Kompetenzen beitragen, ist folgender Dialog:
E: War´s heute morgen glatt, als du zur Schule gelaufen bist?
K: Weiß nicht mehr.
E: Weißt du, was glatt heißt?
K: Nein …
Das Beispiel zeigt auch, dass Arsim nicht mitteilte, wenn er etwas nicht verstand, und nicht nach Bedeutungen von Wörtern fragte. Zudem konnten wir beobachten, dass Arsim besonders auf der Satz- und Textebene Sprachverständnisschwierigkeiten hatte: Längere und inhaltsreiche Äußerungen mit komplexen grammatischen Strukturen bereiteten ihm besondere Schwierigkeiten.

In der auf Seite 85f. angeführten exemplarischen Dialogsequenz wurde zudem ersichtlich, dass Arsim die Bezeichnung Plätzchen zunächst nicht äußern konnte, aber durch die Vorgabe des Anfangslautes auf das gesuchte Wort kam. Dieses Phänomen ließ sich auch in weiteren Situationen beobachten. So fehlten ihm beim Betrachten von Bildern zunächst die Wörter Löwe, Kamel, Marienkäfer, Nudeln, Orangen, Tomaten, die er nach einiger Überlegung und der Vorgabe des Anfangslautes jedoch benennen konnte. Diese Hilfestellung durch den Gesprächspartner beschreibt Kolonko (1998, S. 257) im Zusammenhang mit Wortfindungsstörungen. Auch weitere von ihr aufgeführte Aspekte (vgl. Kapitel 3.2.3) konnten wir bei Arsim oftmals beobachten: So verwendete Wörter in inkonstanter Weise. Beispielsweise konnte er das Wort Fenster in einigen Situationen korrekt einsetzen (*„Guck, hinter des Fenster ist ein Vogel“*) und ein Bild des Fensters entsprechend bezeichnen. Kurze Zeit später verfügte er jedoch nicht mehr über das Wort und sprach seine Schwierigkeiten auf eindrückliche Weise an: *„Wie heißt des wieder? Ich vergess immer Wörter ...“*.

Arsim zeigte also in vielen Bereichen semantische Schwierigkeiten. Wie seine semantischen Fähigkeiten im Albanischen ausgeprägt waren, konnten wir leider nicht beurteilen. Wir konnten uns dabei nur auf die Aussagen seiner Familie stützen. Die von der Familie beschriebenen Probleme Arsims, Inhalte auf Albanisch auszudrücken, deuteten darauf hin, dass Arsim in beiden Sprachen Schwierigkeiten auf der semantischen Ebene hatte und evtl. eine sogenannte doppelte Halbsprachigkeit vorlag (vgl. Kapitel 3.2.4). Folgende Äußerung Arsims war ein weiterer Hinweis: *„Ich kann nicht richtig Deutsch und nicht richtig Albanisch“*.

Positiv war hervorzuheben, dass Arsim trotz seiner Schwierigkeiten Kommunikationssituationen nicht aus dem Weg ging und sich gerne und umfassend mitteilte. Dies war als ganz wichtige Voraussetzung für die Erweiterung seiner sprachlich-kommunikativen Fähigkeiten zu sehen. Seine Umschreibungen und vereinzelte Selbstkorrekturen zeigten außerdem, dass er sich bemühte, die Inhalte für uns als Kommunikationspartnerinnen verständlich zu machen.
Arsims Fähigkeiten und Schwierigkeiten im Bereich Schriftsprache werde ich dem Thema meiner Arbeit entsprechend nur knapp darstellen: Es stellte sich heraus, dass Arsim sicher über die Laut-Buchstaben-Zuordnung verfügte. Auch die Lesetechnik beherrschte er gut, allerdings wurden Schwierigkeiten im Leseverständnis ersichtlich. Relevant waren dabei sein eingeschränkter Wortschatz und mangelnde Lesestrategien, wie ich sie im nächsten Punkt auch im Bereich Sachaufgaben beschreiben werde. Zudem zeigte Arsim Schwierigkeiten im Umgang mit Begrifflichkeiten wie Wort, Satz, Silbe und Begleiter.

Bereich Mathematik und Sprache

Ausgewählte Aufgaben aus dem SBL I zu Beginn des zweiten Schuljahres im September

2009 (Protokollbogen liegt dem Gutachten bei) hatten damals folgende Hinweise auf Arsims Lernentwicklungsstand in Mathematik ergeben:

- *Arsim rechnete fast ausschließlich zählend:* Beim Lösen einer Aufgabe im Zahlenraum bis 20 orientierte er sich an der Zahlwortreihe, indem sie durch Zählen in Einerschritten löste. Dabei zählte er flüsternd und ohne Zuhilfenahme der Finger vom ersten Summanden aus aufwärts bzw. von der Ausgangsmenge aus abwärts. Er befand sich also auf dem „breakable chain level" nach Fuson u. a. (1982). Dass Arsim dabei nicht von der Zahl 1 aus zu zählen begann, deutet darauf hin, dass sich bei ihm das Verständnis für die Kardinalität von Zahlen zu entwickeln begann, dieses jedoch noch nicht so weit entwickelt war, dass er das Konzept des Teile-Ganzes-Konzeptes produktiv für seine Rechenprozesse nutzen hätte können, denn …
- *Arsim wendete so gut wie keine Rechenstrategien an:* Er löste auch einfache Grundaufgaben nicht aus dem Gedächtnis, sondern stets zählend. Produktive Strategien wie Verdoppeln oder das Voranstellen des größeren Summanden nach dem Kommutativgesetz konnten wir bei ihm nicht beobachten. Wenn selbst Grundaufgaben wie Verdopplungen nicht gesichert sind, können natürlich auch keine anderen Aufgaben daraus abgeleitet werden. Durch das zählende Rechnen kam Arsim immer wieder zu falschen Ergebnissen, die auf „Verzählungen" um 1 oder 2 zurückzuführen waren. Insgesamt fiel Arsim die Addition leichter als die Subtraktion, da er bei Letzterem rückwärtszählen musste. Das Rechnen im Hunderterraum gelang ihm nur in Ansätzen. Er kannte zwar die Strategie des „Anhängens einer Null", aber es war zweifelhaft, ob er dabei das Prinzip der dezimalen Analogie wirklich verstanden hatte.
- *Operationsverständnis vorhanden:* Die Tatsache, dass Arsim eine bildliche Darstellung in ein mathematisches Modell, d. h. in eine Rechnung überführen konnte, zeigte, dass er über Operationsverständnis verfügte.
- *Sprachliche Schwierigkeiten:* Hinsichtlich des sprachlichen Aspekts konnten wir bei Sachaufgaben feststellen, dass Arsim durch seinen eingeschränkten Wortschatz die inhaltliche Aussage teilweise nicht verstand (z. B. kannte er „Sparbuch" nicht). Außerdem verfügte er über wichtige mathematische Begriffe nicht (z. B. „doppelt so viel"), was ihn daran hinderte, die inhaltliche Aussage in eine Operation zu überführen. Stark erschwerend wirkten sich seine Schwierigkeiten im Leseverständnis sowie sein desorientiertes Vorgehen beim Lesen der Aufgaben aus. So begann er beispielsweise zu rechnen, ohne die Frage gelesen zu haben.

  Teilweise konnten wir beobachten, dass Arsim phonologisch ähnliche Zahlwörter wie

16 und 60 verwechselte.

Obwohl die gewonnenen Einsichten aus dem SBL I für meine Förderung im Rahmen der wissenschaftlichen Hausarbeit nicht fundiert genug waren und weiter überprüft werden mussten, lieferten sie bereits einige Anhaltspunkte: Arsim war beim Rechnen im Zahlenraum bis 20 noch sehr unsicher, was damit zusammenhing, dass er das Teile-Ganzes-Konzept noch nicht verinnerlicht hatte. Dadurch rechnete er ausschließlich zählend und wendete keine Rechenstrategien an. Obwohl er über Operationsverständnis zu verfügen schien – was nochmals in weiteren Zusammenhängen zu überprüfen war -, beeinträchtigten ihn sprachliche Schwierigkeiten erheblich in der Anwendung seiner Fertigkeiten. Des Weiteren deuteten sich Schwierigkeiten im Zusammenhang mit der deutschen Zahlwortbildung an.

Welche Fähigkeiten und Schwierigkeiten zeigte Arsim nun einige Monate später bei der Anwendung des umfassenden qualitativen Verfahrens nach Kaufmann und Wessolowski (^{2}2009)?

Da sich Arsim zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung im September ausschließlich im Zahlenraum bis 20 bewegt hatte, entschloss ich mich, die Version „Zahlenraum bis 20“ (Version 1) anzuwenden, ergänzte diese jedoch um einige Aufgaben aus der Version „Zahlenraum bis 100“ (Version 2). Dadurch wollte ich herausfinden, inwieweit Arsim bereits Einsichten in das Stellenwertsystem und in die Strukturierung des größeren Zahlenraums hatte. Die Protokolle der durchgeführten Aufgaben finden sich in den Anlagen auf den Seiten 127 bis 134. Wie bereits erwähnt, habe ich das Verfahren nach Kaufmann und Wessolowski an einigen Stellen um weitere diagnostische Aspekte ergänzt. Außerdem habe ich die teils komplexen sprachlichen Anweisungen nicht immer in der exakten Form übernommen, sondern sie in eine kindgerechtere, spontanere Sprache „übersetzt“ und meine Formulierungen variiert, wenn Arsim sie nicht verstanden hat.

Ich werde nun die Fähigkeiten und Schwierigkeiten, die Arsim im Rahmen des Verfahrens gezeigt hat, in Bezug auf die einzelnen mathematischen Dimensionen interpretierend darstellen und dabei auf sprachliche Aspekte besonders eingehen.

<u>Fähigkeit, sich auf formale Aspekte von Zahlen einzulassen</u>

Ich wollte vorab feststellen, ob Arsim in der Lage war, sich auf formale Aspekte von Zahlen einzulassen oder ob er sich z. B. von der äußeren Form leiten ließ – bedingt durch die sprachliche Mehrdeutigkeit des Wortes „gleich“. Dazu legte ich ihm folgendes Arbeitsblatt vor :

Abb. 9: „Welche Zahlen sind gleich?“

Arsim bezog das Wort „gleich“ sofort auf den quantitativen Aspekt der Zahlen, beantwortete alles richtig und belächelte meinen Ablenkungsversuch durch die Farben und die äußerliche Größe. Er konnte auch ohne Zögern sagen, welche die größte und welche die kleinste Zahl war. Das sichere Verfügen über die Begriffe „gleich“, „kleiner“ und „größer“ im mathematischen Sinne ist eine wichtige Voraussetzung für Arsims mathematischen Begriffsaufbau und seine Kompetenzentwicklung.

Umgang mit Mengen und Anzahlen

- Eins-zu-eins-Zuordnung: An Arsims Vorgehen in Aufgabe 1.3 (Version 1, siehe S. 127), bei der es darum ging, die Anzahl aufgemalter Blumen möglichst geschickt abzuzählen, konnte ich erkennen, dass er sicher über die Eins-zu-eins-Zuordnung verfügte.
- Mengeninvarianz: Das Verständnis der Mengeninvarianz überprüft die Aufgabe 4.4.3 (Version 1, siehe S. 127) auf einem höheren Niveau als die Beispielaufgabe zur Invarianz, die ich im Theorieteil meiner Arbeit beschrieben habe. Um Aufgabe 4.4.3 korrekt lösen zu können, ist bereits ein Teile-Ganzes-Verständnis notwendig. Trotzdem führe ich sie im Sinne der Übersichtlichkeit hier auf. Arsim wurde folgende Anweisung gegeben (begleitende Tätigkeit des Untersuchers in Klammer):
  „Hier liegen 7 Würfel, dort 6 (einzelne Zahldarstellungen zeigen). Zusammen sind es 13. 7 + 6 ist also gleich 13 (Ziffernkarte dazu legen). Ich verändere nun etwas (1 Würfel von 6 zur 7 schieben). Hier liegen nun 8 und 5 (wieder auf einzelne Zahldarstellungen zeigen). Kannst du mir ohne zu rechnen sagen, wie viel 8 + 5 ist (dabei Material abdecken)?
  Arsim beantwortete die Frage spontan richtig, woraus man schließen kann, dass er über das Verständnis der Mengeninvarianz verfügt:

E: Da haben wir 7 Würfel. Da haben wir 6 Würfel. 7 + 6 ist zusammen 13, ne?

K: 7 + 6 gleich 13.

E: Genau, 7 + 6 ist gleich 13. Jetzt schieb ich von der 6 eins da rüber. Jetzt liegen hier 8 und hier liegen 5. Weißt du, wie viel das jetzt gibt?

K: Ja, sind auch 13.

- Klassifikation in sprachlich schwierigen Zusammenhängen: Hierzu wählte ich die Aufgabe nach Lorenz (2005, S. 191), in der dem Kind eckige und runde Plättchen in jeweils drei verschiedenen Farben vorgelegt werden und man es bittet, folgende Anweisungen auszuführen:
  - ➢ Gib mir die roten, runden Plättchen.
  - ➢ Gib mir die blauen und die eckigen Plättchen.
  - ➢ Gib mir die roten oder die runden Plättchen.
  - ➢ Gib mir die Plättchen, die rot oder eckig sind.

  Hier konnte ich beobachten, dass Arsim aufmerksam zuhörte. Die ersten beiden Anweisungen konnte er korrekt umsetzen. Bei der dritten Anweisung zögerte er und bat um Wiederholung. Nachdem er erneut zögerte, formulierte ich die Anweisung folgendermaßen um: „Gib mir die roten Plättchen oder die runden Plättchen“, woraufhin er sie richtig umsetzte. Dies zeigt, inwiefern sprachliche Variationen das Verständnis erleichtern können. Durch dieselbe Umformulierung konnte Arsim auch die vierte Anweisung korrekt umsetzen.

<u>Zahlwortreihe und verbale Zählfertigkeit</u>

Die Ergebnisse zu dieser Dimension stammen aus der Aufgabe 1.1 (Versionen 1 und 2, siehe S. 127 und 128).

Ich stellte fest, dass Arsim in beiden Zahlenräumen sicher vorwärtszählen konnte, und zwar ab jeder beliebigen Zahl. Dies gelang ihm sowohl in Einer- als auch in Zweierschritten.

Allerdings zeigten sich hier sprachliche Unsicherheiten: Ich bat ihn zu Beginn darum, mir zu erklären, was denn **„vorwärts“ bzw. „rückwärts“** bedeutet.

E: Weißt du, was das bedeutet, vorwärtszählen?

K: Äh, rückwärts.

E: Das ist das Gegenteil, ja. Was macht man, wenn man vorwärtszählt?

K: Bei vorwärts man geht vor, nach vorne, also 1, 2, 3.

E: Genau.

Obwohl Arsim ein Konzept von den Begriffen „vorwärts“ und „rückwärts“ hat, zeigte er in der Anwendung der Begriffe Unsicherheiten. Als ich ihn bat „Zähle ab 12 vorwärts, also nach vorne“, zählte er zunächst rückwärts. Nach meinem Hinweis „andersrum“ gelang es ihm schließlich problemlos.

Auch hinsichtlich der Ausdrücke **„in Zweierschritten“** und **„in Zehnerschritten“** wurden Arsims sprachliche Schwierigkeiten deutlich. Er verstand bei der Anweisung „Zähle ab 6 in Zweierschritten“ nicht, was von ihm verlangt wurde. Nachdem ich ihm die Zahlreihe 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 aufgeschrieben und um die Zahlen 8, 10 und 12 einen Kringel gemacht hatte, sagte er *„aaah“* und führte die Anweisung korrekt durch. Dies gelang ihm auch ab 5, also bei den ungeraden Zahlen, was ich zusätzlich überprüfte. Dies zeigt deutlich, wie wichtig es ist, sich über solche sprachlichen „Hürden“ bewusst zu sein, damit man die Schwierigkeiten eines Kindes nicht als mathematische Inkompetenz missdeutet: Denn Arsim konnte sehr wohl sicher zählen, wenn er die Anweisung verstand.

Beim Vorwärtszählen in Zehnerschritten im Zahlenraum bis 100 konnte ich erkennen, dass Arsims sprachliche mit mathematischen Schwierigkeiten kumulierten. Auf die Anweisung „Zähle ab 33 in Zehnerschritten vorwärts“, äußerte er *„40 … äääh … 20, 10, 0“*. Nachdem ich ihm wie oben die Zahlenreihe aufgeschrieben hatte, sagte er *„40, 50, 60“*. Hier liegt nahe, dass er den Ausdruck „in Zehnerschritten“ mit dem Wort „Zehnerzahlen“ verwechselte bzw. beidem keine ausreichend fundierte Bedeutung zuordnen konnte. Allerdings gelang es Arsim auch nach dem Hinweis, dass zu 33 zehn dazukommen sollen und dann nochmal zehn, nicht, die Aufgabe auszuführen: Er begann in Einerschritten 10 zu 33 dazuzuzählen und brach dann ab. Dies weist darauf hin, dass seine Schwierigkeiten hier nicht nur sprachlich bedingt waren, sondern er den Zahlenraum bis 100 noch nicht ausreichend strukturieren konnte. Diese Hypothese erfuhr Bestätigung durch die Tatsache, dass er zwar im Zahlenraum bis 20 sowohl in Einer- als auch in Zweierschritten rückwärtszählen konnte, im Zahlenraum bis 100 jedoch Schwierigkeiten beim Zehnerübergang hatte. Dies schlug sich nieder in Fehlern, wie sie auch Schäfer (2005, S. 86ff.) beschreibt. So zählte er ab 64 *„63, 62, 61, 50, 59, …“*. Des Weiteren zeigte Arsim an einer Stelle Schwierigkeiten mit den deutschen Zahlwörtern. So verwechselte er die 96 mit der 69 und zählte folgendermaßen in Zweierschritten rückwärts: *„67, 65, 63“* etc. Nachdem ich ihm die 96 aufgeschrieben hatte, führte er die Aufgabe richtig aus, sagte jedoch erneut 50 statt 60 beim Zehnerübergang.

Lesen und Schreiben von Zahlen

Aufschluss über die Fähigkeit zum Lesen und Schreiben von mehrstelligen Zahlen gaben die Aufgaben 2.1, 2.2 und 2.3 aus Version 2 (siehe S. 128).

Arsim konnte die Zahlen 67, 76, 80 und 18 korrekt aufschreiben, allerdings zeigte sich folgendes Phänomen: Während er bei 80 die Schreibrichtung korrekt von links nach rechts vollzog, notierte er bei 18, 67 und 76 zuerst die Einer und dann die Zehner. Er schien sich an der Sprechweise zu orientieren: In „achtzig" wird die 8 zuerst genannt, während es bei 18, 67 und 76 die Einerzahlen sind. Ich überprüfte zusätzlich, ob Arsim die Zahl 975 aufschreiben konnte. Dies gelang ihm, allerdings zeigte er auch hier die Schreibrichtung Hunderter, Einer, Zehner.

Arsim konnte die Zahlen 12 und 20 vorlesen. Auch 38 und 86 nannte er korrekt, allerdings zögerte er hier kurz und sagte bei 38 *„dreiun … äh achtunddreißig"*. Ähnlich verhielt es sich auch bei Aufgabe 2.3: Hier fand Arsim auf einem Blatt unterschiedliche Zahlen vor. Ich nannte ihm einige davon, die er auf dem Blatt umkreisen sollte. Die Zahl 12 umkreiste er ohne Zögern. Als ich ihm „fünfunddreißig" nannte, wollte er zuerst die 53 umkreisen, bemerkte seinen Fehler jedoch. Bei „achtundsiebzig" umkreiste er die 87 und bei „sechsundachtzig" handelt er schließlich wieder korrekt.

Insgesamt zeigte sich also, dass sich Arsims Schwierigkeiten beim Lesen und Schreiben von Ziffern auf die Schreibweise bezogen und durch die Inversion bedingt waren. Die spezielle **Zahlensprache des Deutschen** schien ihm also Probleme zu bereiten. Hier könnten Interferenzen mit dem Albanischen relevant sein: Hier werden die Zehner vor den Einern genannt (z. B. „zwanzig und eins" für 21) (vgl. Granser o. A., S. 12). Seine Probleme bezüglich der Zahlwortbildung waren allerdings nicht so gravierend, dass ihm die (Bedeutungs-) Konstruktion überhaupt nicht gelang.

Zahlverständnis und darauf beruhende Zahlbeziehungen

Hier ging es darum, sowohl etwas über Arsims ordinales als auch über sein kardinales Zahlverständnis mit dem darauf beruhenden Teile-Ganzes-Verständnis zu erfahren.

Hinsichtlich des ordinalen Zahlverständnisses wusste ich bereits, dass dieses bei Arsim gut ausgebildet war, da er es bereits zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung zum zählenden Rechen genutzt hatte. Allerdings wollte ich herausfinden, wie er mit den damit verbundenen sprachlichen „Tücken" umging. Dazu diente zunächst Aufgabe 4.1 aus Version 1 und 2 (siehe S. 128). Hier sollte Arsim sagen, welche Zahl vor bzw. nach der genannten Zahl kommt. Die Schwierigkeit der Begriffe **„vor" und „nach"** ist im theoretischen Teil ausführlich beschrieben worden. Ich konnte folgende Beobachtungen machen:

E: Welche Zahl kommt denn vor 3?

K: 4.

E: Fast, die kommt nach der 3. Vor der 3 kommt die 2.

K: Hää, aber beim Zählen ist es …, da macht man es doch … da zählt man doch VOR und dann kommt 4.

Arsim erkannte also den Widerspruch zwischen Zählrichtung (Verwendung der Begriffe im räumlichen Sinne) und der Beschreibung der ordinalen Zahlbeziehungen (Verwendung der Begriffe im zeitlichen Sinne) genau! Dies war äußerst positiv zu sehen, denn es bedeutete, dass er sich mit sprachlichen Bedeutungen und deren Widersprüchlichkeiten auseinandersetzte.

Ich erklärte Arsim, dass er da recht habe und das ganz besonders schwierig sei. Wir fixierten 2, 3, 4 daraufhin schriftlich in einer Reihe und schrieben über die 2 „vor“ und über die 4 „nach“. Daraufhin gelang es Arsim, fast alle Aufgaben korrekt durchzuführen, indem er stets die Visualisierung zu Hilfe nahm. Hier zeigte sich wieder ganz deutlich, wie sehr die sprachlichen Besonderheiten der mathematischen Sprache den Aufbau von Begriffen erschweren können.

Arsim hatte auch in anderen Zusammenhängen große Schwierigkeiten hinsichtlich zeitlicher Begriffe gezeigt. Er verwechselte sie sehr oft bzw. verwendete sie im räumlichen Sinne. Hierzu zwei Beispiele:

K: Das hab ich nachher schon gemacht.

K: Vorher geh ich zu meinem Freund.

Solche Situationen konnten Frau Drees und ich häufig beobachten, und auch bei der Thematisierung der Uhr im Morgenkreis wurden Arsims Schwierigkeiten mit Begrifflichkeiten wie vor, nach, früher, später etc. ersichtlich.

Bei den Aufgaben „Welche Zahlen kommen vor 79 und nach 79“ zeigten sich erneut Arsims Unsicherheiten bezüglich der deutschen Zahlensprache: So nannte er 87 statt 78 als Vorgänger von 79. Als Nachfolger von 79 nannte er 89, was wohl dadurch zustande kam, dass er sich nur auf die Zehnerstelle konzentrierte.

Bei Unterrichtshospitationen und in Arsims Mathematikmaterialien war ich außerdem auf die Ausdrücke **„Nachbarzahlen“** und **„Nachbarzehnerzahlen“** gestoßen. Ich wollte erfahren, ob Arsim diesen Ausdrücken eine Bedeutung zuordnen konnte, und fragte ihn zunächst, was denn die Nachbarzahlen von 15 seien, was er mir korrekt beantworten konnte. Bei der Frage, was die Nachbarzehnerzahlen von 15 seien, schwieg er. Als ich mich erkundigte, was denn Zehnerzahlen seien, erwiderte er, dass er dies vergessen habe. Nachdem ich ihm erklärt hatte, dass es sich dabei um 10, 20, 30 etc. handelt, gelang es ihm unter Zögern, die Nachbarzehnerzahlen von 15 zu nennen. Allerdings zeigte sich in weiteren Zusammenhängen, dass er sehr unsicher mit diesen Begrifflichkeiten umging und sie aktiv nicht verwenden konnte.

Um eine weitere sprachliche „Tücke" bezüglich des ordinalen Zahlaspektes zu untersuchen, wählte ich die Aufgaben 4.5.3 und 4.5.4 aus Version 1 (siehe S. 129). Arsim erhielt ein Blatt, auf dem 15 Leute in einer Schlange vor der Kasse stehen. Ich bat ihn, um die **siebte Person** einen Kringel zu machen, woraufhin er **sieben Personen** einkreiste. Nachdem ich ihn darauf hingewiesen hatte, dass mit der siebten Person nur die eine Person gemeint war, war er zunächst verwirrt und umkreiste in der folgenden Aufgabe „Male einen Kringel um 5 Personen" nur die fünfte Person. Arsim hatte also große Schwierigkeiten mit dem marginalen sprachlichen Unterschied. Dies zeigte sich auch bei Aufgabe 4.5.4. Er sollte hier berechnen, wie viele von 15 Leuten noch in der Schlange stehen, wenn die 3. und die 6. Person weggehen. Anstatt 2 von 15 abzuziehen, versuchte er zählend, zunächst 3 und dann 6 abzuziehen.

Auf den kardinalen Zahlaspekt, das Teile-Ganzes-Verständnis und darauf beruhende Zahlbeziehungen zielen vielerlei Aufgaben des qualitativen Verfahrens ab. Zum kardinalen Zahlverständnis gehört unter anderem die strukturierte Anzahlerfassung. Diese überprüfte ich anhand der Aufgaben 3.3 und 3.4 (Version 1, S. 129). Die Rechenschiffchen waren Arsim aus dem Unterricht vertraut. Er konnte unmittelbar sagen, dass sich jeweils 5 Steine in einem Schiffchen befinden und es insgesamt 20 sind. Dass das Zwanzigerfeld eine analoge Darstellung zu den Rechenschiffchen ist, verstand er sofort. Als ich ihm für je 2 Sekunden Karten mit Zwanzigerfeldern zeigte, konnte er problemlos nennen, wie viele Steine jeweils in dem Zwanzigerfeld abgebildet waren. Auch die Zahlauffassung in der Vorstellung gelang ihm. So erwiderte er auf meine Angabe „2 Schiffchen sind voll. Dann liegen da noch drei einzelne Steine" korrekt, dass insgesamt 13 Steine da liegen müssen. Als ich ihn fragte, wie man denn z. B. die 8 in den Rechenschiffchen legen könnte, meinte er: *„Als 5 und 3 oder als 4 und 4"*. Das bedeutet, dass Arsim wusste, dass sich Mengen aus Teilmengen zusammensetzen, und er bereits Kenntnisse über die verschiedenen

Zusammensetzungsmöglichkeiten hatte.

Als weitere Aufgabe zur Überprüfung des Teile-Ganzes-Verständnisses diente 4.4.1 (Version 1, siehe S. 129). Hier bekam Arsim Zehnermaterial in Form von Mehrsystemblöcken vorgelegt, die er aus dem Unterricht kannte. Er hatte eine Zehnerstange und 4 einzelne Würfelchen vor sich liegen und sollte damit die Aufgabe 14 – 10 zeigen. Zunächst wusste er nicht, was er machen sollte, nahm dann jedoch nach meinem Hinweis „Von der 14 sollen 10 weg. Das heißt, du rechnest 14 – 10“ spontan die Zehnerstange weg. Das bedeutete, dass Arsim sich darüber bewusst war, dass in der 14 die Menge 10 enthalten ist, was eine wichtige Voraussetzung für das Stellenwertverständnis ist.

Arsims Konzept bezüglich des kardinalen Zahlaspekts und des Teile-Ganzes-Prinzips schien sich in der Zwischenzeit deutlich weiterentwickelt zu haben. Das war ein ganz wichtiger Hinweis für die Förderung, die nun nach den aktuellen Erkenntnissen nicht mehr beim Zahlverständnis ansetzen, sondern „nur“ dafür sorgen musste, dass Arsim das Teile-Ganzes-Konzept produktiv für die Weiterentwicklung seiner Rechenfähigkeit nutzte.

Zahlbeziehungen, die auf dem Prinzip der Kardinalität beruhen und eine wichtige Funktion für die Entwicklung von Rechenstrategien haben, sind beispielsweise Verdopplungen und Halbierungen. Ich nutzte die Aufgabe 4.2 (siehe S. 130), um zu überprüfen, ob Arsim einerseits über die Begriffe verfügte und ob er die Verdopplungen und Halbierungen andererseits als wichtige Grundaufgaben automatisiert hatte. Zu Beginn fragte ich Arsim, was denn „das Doppelte“ bedeute. Dies konnte er mir im Rahmen seiner sprachlichen Ausdrucksfähigkeit erklären, sodass man erkennen konnte, dass er über den Begriff verfügte:

K: Das Doppelte bedeutet … also die 8 nochmal, also 8 + 8.

Daraufhin konnte Arsim 16 als Ergebnis nennen und dieses auch legen.

Die „Hälfte“ konnte er mir anhand des Beispiels erklären, dass die Hälfte von 6 drei sei.

Im Anschluss daran stellte ich fest, dass die Verdopplungen bis 20 weitgehend gesichert waren. Beim Doppelten von 6 und von 9 zögerte Arsim noch etwas. Bei den Halbierungen zeigte sich, dass er diese bis 10 automatisiert hatte, über der 10 jedoch nicht. Als Hälfte von 16 nannte er 13, und als Hälfte von 18 14. Ich ging trotz der willkürlichen Ergebnisse davon aus, dass Arsim grundsätzlich über das Konzept des Halbierens verfügte, da er sich stets der Strategie bediente, sofort irgendwelche Zahlen zu nennen, wenn er das Ergebnis nicht sicher benennen konnte. Dabei achtete er nicht darauf, ob diese logisch waren, weil für ihn nur richtig oder falsch zählte. Allerdings zweifelte ich daran, ob Arsim die Komplementarität

der Verdopplungen und Halbierungen verinnerlicht hatte oder ob er sich diese evtl. unabhängig voneinander zu merken versuchte.
Hinsichtlich der Begriffe **„das Doppelte“** und **„die Hälfte“** ist also zu sagen, dass Arsim grundsätzlich darüber verfügte. Durch die Klassenlehrerin habe ich erfahren, dass dies im Unterricht intensiv behandelt wurde. So wurde das Begriffsverständnis unter anderem durch Übungen mit dem Spiegel gesichert, mit denen sich die Verdopplungen sehr gut visualisieren lassen (vgl. Wittmann/Müller 1992, S. 27f.). Allerdings zeigten sich zu späteren Zeitpunkten immer wieder Arsims Schwierigkeiten bei der Wortfindung, was die Begriffe Verdoppeln und Halbieren betrifft:
E: Wie heißen solche Aufgaben wie 2 + 2 oder 6 + 6 nochmal?
K: Ähhh … wie heißen die nochmal … das weiß ich doch!
E: Mit [f] fängt´s an.
K: Verdoppeln!

<u>Rechenfertigkeit</u>
In diesem Bereich wollte ich herausfinden, ob Arsim auch gute 2 Monate später noch zählend rechnete oder ob er nun bereits Rechenstrategien anwendete, die auf dem Teile-Ganzes-Konzept basieren. Ich wählte hierzu die Aufgaben 3.5, 5.1, 5.2 und 5.3 aus Version 1 aus und ergänzte diese um einzelne Rechnungen aus Aufgabe 5.2 von Version 2. Ich bat Arsim stets, mir mitzuteilen, wie er beim Rechnen vorgegangen war, wobei er mir dies jedoch nicht immer genau sagen konnte, sodass ich teilweise interpretierend vorgehen und mich auf Beobachtungen stützen musste.
Die Additions- und Subtraktionsaufgaben ohne Zehnerübergang im Zahlenraum bis 20 löste Arsim bis auf zwei Ausnahmen korrekt (siehe Protokollbogen auf S. 130 (Aufgabe 5.1)). Dabei teilte er bei den meisten Aufgaben mit, dass er sie auswendig wusste. Teilweise zählte er noch bzw. meinte, er nutze das Zählen als Ergebniskontrolle. Die Frage, wie viel von einer bestimmten Zahl aus bis zu 10 fehlen, konnte Arsim relativ sicher, seiner Aussage nach „auswendig“ beantworten. Die verschiedenen Zahlzerlegungen von 10 waren im Unterricht anhand von „verliebten Herzen“ geübt und automatisiert worden, was sich positiv auszuwirken schien. Auch die Frage, wie viele von einer bestimmten Zahl aus bis 7 bzw. 20 fehlen, konnte Arsim beantworten. Allerdings zeigte sich hier deutlich, dass er teilweise noch auf das Zählen zurückgriff.
In Aufgabe 3.5 (siehe S. 130) wurden erneut sprachliche Schwierigkeiten sichtbar: Als ich Arsim gemäß der Aufgabenstellung fragte, **um wie viel 17 denn mehr sei als 10**, reagierte

er mit Schweigen. Erst als ich Zehnermaterial hinzuzog und die Aufgabe sprachlich umformulierte in „17 ist ja größer als 10. Wie viel fehlen denn von der 10 zur 17?“, verstand Arsim und beantwortete diese und die nachfolgende Aufgabe korrekt. Die erste Formulierung hatte ihm wahrscheinlich Schwierigkeiten bereitet, da er „rückwärts“ denken musste. Bei der Formulierung „wie viele fehlen bis …“ war stattdessen ein einfaches Ergänzen möglich.

In Aufgabe 5.2 (siehe S. 131) zeigte sich, dass Arsim mittlerweile einige Aufgaben automatisiert hat und teilweise Rechenstrategien wie das Verdoppeln oder Ableitungen aus einer Tauschaufgabe anwendete. Dies geschah jedoch noch nicht konstant, denn häufig löste er Aufgaben noch zählend und rechnete langsam, wobei ihm besonders beim Subtrahieren noch Rechenfehler unterliefen. Für detailliertere Einsichten verweise ich auf den Protokollbogen.

Bei Aufgabe 5.3 (siehe S. 131) wurde geprüft, ob Arsim Beziehungen zwischen verschiedenen Rechenaufgaben erkannte und diese für das Rechnen nutzte. Ihm wurde die Aufgabe 8 + 9 = 17 vorgegeben. Als er die Tauschaufgabe 9 + 8 sah, konnte er mir ohne zu rechnen sagen, dass dies auch 17 ergeben muss. Auch die Umkehraufgaben 17 – 9 und 17 – 8 erkannte er. Dass es sich bei 7 + 9 um eine Nachbaraufgabe handelte, erkannte Arsim jedoch nicht, begann zu raten und ermittelte das Ergebnis 13. Die dezimalen Analogien zwischen 4 + 5 und 14 + 5, 7 – 5 und 17 – 5 sowie 5 + 3 und 50 + 30 konnte er wieder nutzen. Allerdings wurde Arsim in Aufgabe 3.5 durch die Aufgabenstellung explizit darauf hingewiesen, nach Analogien zu suchen. Wie Aufgabe 3.2 gezeigt hatte, nutzte er diese in „freien“ Rechensituationen nur teilweise.

Aus Arsims Ergebnissen aus den vier Aufgaben im Zahlenraum bis 100 (siehe S. 132) konnte ich schließen, dass er hier noch kaum über Rechenfertigkeiten verfügte. Es gelang ihm ausschließlich die Additionsaufgabe 43 + 20. Dies deutete allerdings darauf hin, dass er Einsicht in das Stellenwertverständnis hat, was sich später bestätigte.

In Arsims Mathematikunterlagen hatte ich außerdem den Ausdruck **„Unterschied“** für die Bestimmung der Differenz vorgefunden. Daher wollte ich herausfinden, ob er damit etwas anfangen konnte. Ich fragte ihn gemäß der Aufgabenstellung aus seinem Mathearbeitsheft, ob er mir den Unterschied zwischen 2 und 6 nennen könne. Als er mit Schweigen reagierte, erkundigte ich mich, ob er denn wisse, was mit Unterschied gemeint sei. Dies verneinte er. Ich erklärte ihm den Begriff durch folgende sprachliche Umformulierung, von der ich bereits wusste, dass er verstand, was damit gemeint war. Daraufhin konnte Arsim die Frage beantworten:

E: Der Unterschied zwischen 2 und 6 ist 4. Das heißt, man schaut, wie viel von der 2 bis zur 6 fehlt. Was wäre denn dann der Unterschied zwischen 3 und 5?

K: 2.

Operationsverständnis und Mathematisierung von Sachsituationen

Rückschlüsse auf das Operationsverständnis lassen sich natürlich aus zahlreichen Aufgaben des qualitativen Verfahrens ziehen. Um diesen Bereiche noch genauer zu überprüfen, wählte ich die Aufgaben 6.1, 6.2 und 6.3 aus Version 1, die den Transfer Bild → Symbol (6.1), Sprache → Symbol (6.2) und Symbol → Sprache (6.3) abdeckten. Es handelte sich hier also um anspruchsvolle Transferleistungen, da nicht mehr auf konkrete Handlungen zurückgegriffen wurde. Ich wollte sehen, ob Arsim auch diese anspruchsvolleren Transfers leisten konnte.

Bei Aufgabe 6.1 (siehe S. 132) sollte Arsim sich zunächst Bilder ansehen und beschreiben, was auf diesen Bildern passiert. Anschließend sollte er eine passende Rechenaufgabe zu der entsprechenden Handlung finden. Auf der ersten Abbildung, in der 5 Gläser auf dem Tisch stehen und ein Junge noch 2 Gläser dazustellt, kam Arsim problemlos auf die Rechnung 5 + 2 = 7. Abbildung 2 zeigt Kinder beim Bowling. Arsim erzählte uns begeistert, das habe er auch schon gemacht, und überführte die Handlung korrekt in die Rechnung 9 – 3 = 6 (9 Kegel stehen da, 3 fallen um). Als Alternative nannte er 6 + 3 = 9, wenn nämlich die Kinder die umgefallenen Kegel wieder aufstellen würden. Zu Abbildung 3 nannte er zwei Möglichkeiten und begründete diese korrekt mit unterschiedlichen Handlungen:

K: 12 – 0 = 12. Die Junge will nicht, dass der Hund ein Keks esst und bis jetzt hat er keins gegessen. Aber wenn der Hund 4 Kekse essen würd, wär´s 12 – 4 = 7.

E: 7?

K: Äääh … 8.

Arsims Problemlöseverhalten im Zusammenhang mit Aufgabe 6.1 bestätigte, dass Arsim über Operationsverständnis verfügte.

In Aufgabe 6.2 (siehe S. 133) fand Arsim einfache Textaufgaben vor. Die ersten drei löste er abgesehen von kleinen Rechenfehlern problemlos. Allerdings ließ sich daraus nicht schließen, dass Arsim im Allgemeinen mit Textaufgaben keine Schwierigkeiten hatte, denn die sprachliche Komplexität war gering und es bestand eine „Fifty-fifty-Chance“ zwischen Addition und Subtraktion. Dass Arsim sich bei komplexeren Textaufgaben stark an

Oberflächenmerkmalen orientierte und die **sprachliche Aussage zu umgehen** versuchte, zeigte die vierte Textaufgabe „Peter hat 4 Murmeln, Anne hat 3 Murmeln mehr als Peter, und Jakob hat 2 Murmeln weniger als Anne. Wie viele Murmeln haben alle 3 zusammen?“ Hier rechnete Arsim ohne zu zögern 4 + 3 + 2 = 9. Zu bedenken ist allerdings, dass diese Aufgabe im doppelten Sinne komplex war: Einerseits durch die umfangreiche sprachliche Information und andererseits durch die erforderte mehrschrittige Operation.

Insgesamt konnte ich feststellen, dass Arsim sehr ungenau und „planlos“ las. Er nutzte beispielsweise keine Satzbegrenzungen, um sein Lesen und damit sein Verstehen zu strukturieren. Zudem bildete er sehr schnell Hypothesen, überprüfte diese aber nicht. Er begann beispielsweise zu rechnen, ohne die Frage gelesen zu haben. Dadurch passierten unnötige Fehler. In der Aufgabe „Auf dem Spielplatz waren nur 3 Kinder. Nun sind es 5. Wie viele sind dazugekommen?“ rechnete er sofort 3 + 5 = 8. Erst die Frage gibt hier allerdings den Hinweis darauf, dass eine Subtraktion erforderlich ist. Ich musste ihn zweimal auffordern, wirklich alles nochmals genau durchzulesen, und ihn explizit auf die Frage hinweisen. Schließlich meinte er: *„Ups, 2“*.

In Aufgabe 6.3 (siehe S. 133) sollte Arsim zu den Rechnungen 4 + 2 und 5 – 3 Rechengeschichten finden. Zunächst wusste er nicht, was ich von ihm verlangte, und meinte, er müsse irgendwelche anderen Rechnungen aufstellen. Ich gab ihm daraufhin ein Beispiel: *„Zu 4 + 2 könnte man z. B. erzählen: Ich habe 4 Bonbons. Oma schenkt mir noch 2 dazu“*. Darauf reagierte Arsim mit einem erleichterten *„Ah, jetzt hab ich´s kapiert!“* und erzählte folgende Rechengeschichten:

K: Da sind 4 Würstchen und da sind noch 2 Würstchen dazu. Wie viel sind es?

K: Jan kauft 5 Brötchen, 3 wurden gegessen. Wie viel sind´s noch?

Diese Aufgabe bestätigte ein weiteres Mal, dass Arsim wusste, was sich hinter den Operationen für Handlungen verbergen.

Stellenwertverständnis

Um vollständig abzuklären, ob Arsim das Dezimalsystem verinnerlicht hat, stieg ich folgendermaßen ein. Ich legte ihm 17 Würfelchen vor, teilte ihm mit, dass es 17 seien, und stellte ihm folgende Frage:

E: Man kann auch statt dieser 10 Würfelchen eine solche Zehnerstange benutzen. Kannst du mir sagen, warum?

K: Ja … Also, wenn man ein Zehner braucht, braucht man bisschen lang, wenn … man *muss 10 Würfel zählen. Da kann man schnell eine Zehnerstange nehmen, da hat man 10 Würfel drin.*

Aus dieser Äußerung konnte ich schließen, dass Arsim verstanden hatte, dass eine Zehnerstange zehn Einer repräsentiert.

Die Frage aus Aufgabe 4.3.2 (Version 2, siehe S. 134), ob die schriftlich dargebotene Zahl 87 oder aber die 78 größer ist, beantwortete er korrekt mit der Begründung, dass die 8 größer sei und vorne stehe. Auch mit der Rückfrage, warum es denn darauf ankomme, dass die größere Zahl vorne stehe, ging er souverän um:

K: Weil vorne sind Zehner. Wenn 8 Zehner vorn sind, ist das größer als bei 7 Zehner.

Weiteren Aufschluss über Arsims Stellenwertverständnis sollten die Aufgaben 3.3, 3.4, 3.5 und 3.6 aus Version 2 bringen (siehe S. 134).

Zunächst legte ich mit Mehrsystemblöcken die Zahlen 45, 75, 76 und 86, woraufhin Arsim bestimmen sollte, wie viele Zehner und wie viele Einer da liegen und wie die jeweilige Zahl heißt. Arsim konnte stets problemlos die Anzahl an Zehnern und Einern nennen. Bei der Bildung des Zahlwortes zeigten sich teils erneut Schwierigkeiten, die durch die Inversion bedingt waren:

K: Das sind 4 Zehner und 5 Einer … also, vierundfünfzig.

E: Vierundfünfzig?

K: … Nein, fünfundvierzig.

Arsim konnte bei den nächsten Aufgaben sicher mehrstellige Zahlen mit Zehnermaterial darstellen und mir sagen, wie viele Stangen und Würfelchen man bräuchte, um bestimmte Zahlen zu legen. Dabei fiel mir auf, dass er beides deutlich sicherer und schneller umsetzen konnte, wenn ich ihm die Zahlen schriftlich statt mündlich vorlegte, da sich hier die Zahlwortbildung erübrigte. In Aufgabe 3.6 sollte Arsim zu Angaben wie „7 Würfelchen, 5 Stangen“ bestimmen, wie die Zahl heißt. Dabei wurde mal zuerst die Würfel- und dann die Stangenanzahl gegeben und mal umgekehrt. Dies brachte Arsim hinsichtlich der Zahlwortbildung vollkommen durcheinander (siehe Protokollbogen auf S. 134). Orientierung gewann er erst, als er die verbale Präsentation zunächst mit Material darstellen durfte.

Bezieht man sich auf das Triple-Code-Modell nach Dehaene (1992), kann man aus diesen Beobachtungen schließen, dass Arsims Schwierigkeiten durch Unsicherheiten im „Auditory Verbal Word Frame“ bedingt waren. Er verfügte zwar grundsätzlich über Stellenwertverständnis, konnte jedoch bedingt durch **Schwierigkeiten in der Zahlwortbildung** noch nicht ausreichend flexibel den Zahlenraum bis 100 strukturieren.

Dies hatte sich auch beim Rückwärtszählen oder dem Zählen in Zehnerschritten gezeigt.

Geometrie

Wichtige geometrische Aspekte der ersten beiden Schuljahre sind z. B. die geometrischen Grundformen und Körper. Hier wollte ich überprüfen, ob Arsim den Grundformen und Körpern ihre Bezeichnungen zuordnen konnte. Ich legte ihm entsprechende Zeichnungen bzw. Holzkörper vor und bat ihn darum, mir zu sagen, wie diese denn heißen.

Arsim bezeichnete das Dreieck und den Kreis korrekt. Für **Quadrat und Rechteck** benutzte er den **Oberbegriff Viereck** und konnte sie nicht näher bezeichnen. Nachdem ich ihm Kärtchen vorlegte, auf denen „Quadrat“ bzw. „Rechteck“ stand, konnte er allerdings zuordnen, welche Bezeichnung zu welcher Form gehörte. Das zeigte, dass er noch nicht aktiv über die Begrifflichkeiten verfügte.

Deutlichere Schwierigkeiten zeigten sich bei den **Bezeichnungen der geometrischen Körper**. Hier konnte er nur den Würfel benennen. Die Kugel bezeichnete Arsim als Murmel. Kugel und Murmel entstammen dem gleichen semantischen Feld – es handelte sich also um eine Ersetzung aus demselben semantischen Feld, ein typisches Merkmal für semantische Schwierigkeiten. Die Körper Pyramide, Zylinder und Kegel konnte Arsim nicht bezeichnen, und auch die Zuordnung der „Namenskärtchen“ gelang ihm nur bei der Pyramide. Den Wörtern Zylinder und Kegel konnte Arsim also keine Bedeutung zuordnen.

Der Bereich Geometrie zeigte besonders anschaulich, wie sich Arsims Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb auf seine mathematischen Kenntnisse in diesem Bereich ausgewirkt hatten: Arsim war es im Unterricht nicht gelungen, Begriffe von den geometrischen Körpern aufzubauen, diese anhand von semantischen Merkmalen im mentalen Lexikon zu verankern und mit einer bestimmten Bezeichnung zu verbinden.

Angestrebte Kompetenzen

Für den Bereich Mathematik und Sprache ließen sich aus den diagnostischen Beobachtungen folgende Förderbereiche bzw. – schwerpunkte ableiten:

- Arsims Zahlverständnis und seine Rechenfertigkeiten hatten sich deutlich weiterentwickelt. Er konnte mittlerweile Mengen in Teilmengen gliedern sowie das Teile-Ganzes-Konzept und Beziehungen zwischen Rechenaufgaben (z. B. Tauschaufgaben) in Ansätzen für seine Rechenprozesse nutzen. Dies geschah allerdings noch inkonstant. Deshalb ergab sich als erster Förderschwerpunkt im Sinne einer Kind- und Kompetenzorientierung: *Arsim verinnerlicht Rechenstrategien im Zahlenraum bis*

20 und wendet sie flexibel an. Dabei löst er sich vom zählenden Rechnen und nutzt das Teile-Ganzes-Konzept sowie Beziehungen zwischen verschiedenen Aufgaben. Arsim kann sich mit Anderen über Rechenwege austauschen.

- Arsim verfügte über Stellenwertverständnis, war jedoch noch unsicher in der Strukturierung des größeren Zahlenraums. Diesbezüglich wichtige Begrifflichkeiten waren nicht vorhanden bzw. unsicher und er hatte Schwierigkeiten mit der Zahlwortbildung und der Schreibrichtung. Daraus ergab sich der zweite Förderschwerpunkt bzw. die zweite Kompetenz: *Arsim kann den Zahlenraum bis 100 strukturieren und wird sicher in der Zahlwortbildung und der Schreibrichtung. Arsim verfügt über ausgewählte sprachliche Begriffe und Bezeichnungen, die für die Strukturierung von Zahlenräumen von Bedeutung sind.*
- Arsim verfügte über Operationsverständnis, zeigte jedoch Schwierigkeiten bei Sachaufgaben aufgrund unzureichender Lesestrategien. Das Kind erwirbt im Rahmen der Förderung folgende Kompetenz: *Arsim verfügt über (Lese-) Strategien, mit denen er sprachlich und/oder arithmetisch komplexe Aufgaben strukturieren kann, um sie fundiert zu erfassen und in ein Modell zu überführen.*
- Arsim konnte einigen geometrischen Flächen und Körpern keine fundierte Bedeutung zuordnen bzw. war unsicher in ihren Bezeichnungen. Wenn es hinsichtlich der verbleibenden Zeit sowie Arsims Lernfortschritt angemessen sein würde, könnte Folgendes in die Förderung mit einfließen: *Arsim verfügt über eine Vorstellung bzw. über einen Begriff von den geometrischen Formen und Körpern und geht zunehmend sicherer mit ihren Bezeichnungen um.*

Wo immer es sich anbieten würde, sollten Verknüpfungen zur Förderung im Bereich Semantik und Schrift von Frau Drees hergestellt werden.

7.3 Interaktionen innerhalb der Förderung

Nach Abschluss unserer diagnostischen Untersuchung gingen wir die Phase der Förderung über. Wie bereits erwähnt, beschäftigten wir uns zweimal die Woche für jeweils 60 Minuten mit dem Kind. Meist begann Frau Drees mit ihrem Teil der Förderung und ich schloss daran an, wobei es wie beabsichtigt immer wieder zu wechselseitigen Bezügen kam. Außerdem hospitierten wir jede Woche für 20 Minuten beim Morgenkreis, währenddessen häufig mathematische Themen wiederholt wurden. Dadurch erfuhr ich stets, welchen Ausdrucks- und Veranschaulichungsmitteln sich die Lehrerin bediente, sodass ich mich daran orientieren und dafür sorgen konnte, dass keine Brüche zwischen Unterricht und Förderung

entstanden, sondern Förderung und Unterricht sich vielmehr gegenseitig stützten. Des Weiteren konnte ich durch die regelmäßige Hospitation beobachten, inwiefern Arsim seine Lernfortschritte innerhalb der Förderung im Unterricht umsetzen konnte.
Ich werde nun überblicksartig darstellen, welche förderlichen Interaktionsangebote Frau Drees Arsim im Bereich Semantik und Schriftsprache machte. Dadurch kann ich anschließend darstellen, an welchen Stellen und bezüglich welcher Aspekte wir die beiden Förderbereiche miteinander verknüpft haben.

Bereich Semantik und Schriftsprache (vgl. auch Drees 2010)

Hinsichtlich des Bereichs Semantik und Schriftsprache strebte Frau Drees unter anderem folgende Kompetenzen an, die Arsim durch die Förderung auf- bzw. ausbauen sollte: *Arsim erweitert seinen Wortschatz und sein begriffliches Wissen innerhalb eines ausgewählten semantischen Feldes. Er baut zudem Kommunikationsstrategien für Situationen auf, in denen ihm lexikalisches Wissen fehlt, z. B. durch Nachfragen nach unbekannten Begriffen. Er nutzt außerdem schriftliche Informationen zur Erweiterung seiner Fähigkeiten. Im Bereich Schriftsprache geht es vor allem darum, dass Arsim Lesestrategien entwickelt und seine metasprachlichen Kompetenzen durch das Erlernen wichtiger Fachbegriffe ausbaut.*
Um dies zu erreichen, wählte Frau Drees grob folgendes Vorgehen: Den Rahmen für die Förderung bildete das semantische Feld „Waldtiere“. Zu Beginn sammelten Arsim und sie Tiere, die im Wald leben, und fixierten diese zusammen mit den entsprechenden Tiernamen auf einem Plakat. Anhand eines Bilderbuchs thematisierten sie einige Tiere genauer und stellten schrittweise ein „Tierlexikon“ her, in welchem wichtige Informationen über die jeweiligen Tiere notiert wurden. Diese semantischen Merkmale dienten schließlich als „Tricks“ um im Rahmen eines Spiels die Tiere möglichst schnell zu erraten (ich komme später auf dieses Spiel zurück). Im Rahmen der Förderung von Arsims semantischen Fähigkeiten ergaben sich auf natürliche Weise immer wieder Lese- und Schreibanlässe sowie Situationen, in denen über sprachanalytische Aspekte wie den Begriff Begleiter gesprochen wurde. Dadurch konnte Arsim auch seine schriftsprachlichen Fähigkeiten und sein Sprachbewusstsein weiterentwickeln.

Bereich Mathematik und Sprache

Ich werde nun beschreiben, wie ich die Förderung von Arsims mathematischen Kompetenzen innerhalb der einzelnen Förderschwerpunkte inhaltlich gestaltet habe. Ich werde einen Überblick geben und auf einzelne exemplarische Fördersituationen genauer eingehen. Vorab möchte ich betonen, dass die dabei thematisierten Aspekte nicht ein einziges Mal und zu einem bestimmten Zeitpunkt behandelt und dann „in die Schublade geschoben“ wurden, sondern stetige Wiederholung erfuhren und immer wieder aufgegriffen wurden. In meiner Förderung berücksichtigte explizit sprachliche Aspekte, bei denen Arsim Schwierigkeiten gezeigt hatte, traf dabei jedoch eine gezielte Auswahl. Ich wählte jene Aspekte aus, die mir aktuell für Arsims mathematischen Lernprozess am wichtigsten erschienen.

Als „roter Faden“ für die Förderung planten Frau Drees und ich, zusammen mit Arsim schrittweise ein „Lexikon mit schwierigen Wörtern“ anzulegen. In diesem Lexikon würden wir sprachliche Aspekte veranschaulichen und fixieren, die Arsim Probleme bereiteten – und zwar sowohl schwierige „Mathewörter“ als auch schriftsprachliche Begriffe wie „Begleiter“. Das Lexikon stände Arsim nach dem Ende der Förderung als zukünftiges Nachschlagewerk orientierend zur Verfügung.

<u>Kompetenz: Flexible Anwendung von Rechenstrategien im Zahlenraum bis 20 und Kommunikation über diese</u>

Wie bereits erwähnt, ist die Automatisierung der Verdopplungen und Halbierungen als Kernaufgaben sehr wichtig. Da Arsim besonders die Halbierungen einer Zahl größer 10 nicht ausreichend automatisiert hatte und unsicher mit den Bezeichnungen umging, griff ich dies zu Beginn der Förderung nochmals auf. Ich legte Arsim die verschiedenen Verdopplungsaufgaben durcheinander auf kleinen Zetteln vor und bat ihn, das Ergebnis zu bestimmen und dahinter aufzuschreiben, was ihm meist sicher gelang. Bei 8 + 8 und 9 + 9 schrieb er beide Male 16. Ich korrigierte Arsim daraufhin nicht, sondern bat ihn, alle Verdopplungen gemäß der Höhe ihres Ergebnisses untereinanderzulegen. Dabei sollte er schauen, ob ihm etwas an den Ergebnissen auffiel und ob wohl alle korrekt waren. Dabei kam Arsim zu förderlichen Erkenntnissen: Er sah, dass die Ergebnisse immer um 2 zunahmen und erkannte so auch, dass 9 + 9 achtzehn ergeben musste, weil *„da kommt eins mehr und da auch, also 2 mehr als 8 + 8“*. Bei den Halbierungen sollte Arsim genauso vorgehen und die Halbierungen ihren „passenden“ Verdopplungen zuordnen. Dadurch führte er sich die Analogie vor Augen und war zukünftig deutlich sicherer bei den Halbierungen, da er auf die jeweilige Verdopplung zurückgriff. Die Verdopplungen und ihre analogen Halbierungen nahmen wir als erste Seite in das „Lexikon mit schwierigen Wörtern“ auf (siehe S. 138). Veranschaulicht wurden sie durch Punktedarstellungen, wie sie auch die Klassenlehrerin im Unterricht benutzte, sodass Unterricht und Förderung sich gegenseitig stützen konnten. Zusätzlich trug Arsim die Ausdrücke „das Doppelte“ und „die Hälfte“ selbstständig in das Lexikon ein.

Als nächster Schritt erfolgte die Thematisierung von Rechenstrategien. Hier legte ich Arsim einige Rechnungen vor, bei denen angedeutet war, welcher Rechenstrategie ein Kind namens Olli sich bedient hatte, um sie zu lösen (siehe S. 135). Dies diente als Kommunikationsanlass für Arsim: Er tauschte sich mit uns darüber aus, wie Olli denn bei den jeweiligen Aufgaben gerechnet haben könnte und warum das auf diese Weise besonders geschickt war. Hier exemplarisch eine Äußerung Arsims:
K (zur Rechnung 8 + 5)*: Der hat aus 5 zwei gemacht und drei.*
E: Und warum hat der das gemacht, was meinst du?
K: Weil das ist einfacher wegen 10, da sind´s 2 und dann nochmal 3.
Auch die Begrifflichkeiten „verdoppeln“ und „halbieren“ wurden in diesem Zusammenhang erneut aufgegriffen. Anschließend ordneten wir den Rechenstrategien ihre „Namen“ wie z. B. „Tauschaufgabe“ zu – entsprechend den im Unterricht verwendeten Bezeichnungen. Dabei sollte offen bleiben, ob Arsim diese Bezeichnungen künftig nutzte oder nicht. Für manche Kinder können die Bezeichnungen eine Hilfe sein, da sie so ihren Rechenweg knapp beschreiben können. Für andere hingegen ist es schwierig, sich die Bezeichnungen zu merken und sie greifen lieber auf eine Umschreibung ihres Rechenweges zurück. Beides ist legitim, denn die Bezeichnungen „Tauschaufgabe“, „Nachbaraufgabe“ etc. haben keinen Selbstzweck, sondern nur eine eventuell dienende Funktion – so konnte Arsim seinen eigenen Weg wählen, wobei er den letzteren bevorzugte.

Die aktive Anwendung möglichst geschickter Rechenstrategien erstreckte sich schließlich über mehrere Sitzungen. Den Einstieg bildete eine Idee in Anlehnung an die Einspluseins-Tafel nach Wittmann und Müller (1990): Arsim erhielt 121 Kärtchen, auf denen alle Additionsaufgaben abgebildet waren, die im Zahlenraum bis 20 existieren. Dadurch wollte ich ihm zeigen, dass er schon ganz viele Aufgaben sicher beherrschte und dass diese ihm helfen konnten, schwierige Aufgaben zu lösen. Tatsächlich strahlte Arsim, nachdem er einen großen Stapel spontan gelöster Aufgaben vor sich liegen hatte. Aufgaben, bei denen er noch unsicher war, legten wir zur Seite und sprachen darüber, welche (ähnliche) Aufgabe aus dem großen Stapel einem beispielsweise helfen könnte, die Aufgabe nicht-zählend zu lösen. Arsim zögerte z. B. bei 8 + 7, dann entdeckte er jedoch, dass er das Ergebnis der Verdopplung 7 + 7 sicher gewusst hatte und nun einfach 1 dazutun musste. Ich gab Arsim die Kärtchen mit den 121 Additionsaufgaben mit nach Hause, damit er sie dort zusätzlich üben konnte. Zur Selbstkontrolle war das Ergebnis auf der Rückseite notiert.

In weiteren Sitzungen berechnete Arsim vielerlei Additions- und Subtraktionsaufgaben im Zahlenraum bis 20 und teilte uns jeweils mit, wie er vorgegangen war und welchem „Rechentrick“ das denn beispielsweise entsprach. Der kommunikative Austausch wurde zusätzlich dadurch angeregt, dass Frau Drees und ich „mitrechneten“ und anschließend ebenfalls beschrieben, wie wir beim Rechnen vorgegangen waren. Dadurch entstanden rege Diskussionen über möglichst geschicktes Rechnen und alternative Strategien. Arsim konnte Begrifflichkeiten wie „Verdoppeln“ weiter verinnerlichen, da sie innerhalb des kommunikativen Austauschs immer wieder auftauchten. Zu betonen ist: Hinsichtlich des Austausches über Rechenwege ist wichtig, dass das Kind nicht auf eine bestimmte Rechenstrategie festgelegt wird, sondern sich diejenige auswählen kann, die für es persönlich am effektivsten ist.
Hier ein Beispiel einer solchen Diskussion (zur Aufgabe 9 +8):
E: Was gibt denn das, was ist dein Ergebnis?
K: 17.
E: Das hab ich auch. Wie hast du es denn gemacht?
K: Mit 9 + 9, das wusst ich, dann 1 weg.
E: Ah, über die Verdopplung, das ist gut. Ich hab´s mit der Nachbaraufgabe gemacht. Gerade haben wir ja 9 + 7 gerechnet. Da wusste ich noch, dass das 16 gibt.
K: Stimmt.
Nicht jeder Dialog gelang allerdings so gut wie in diesem Beispiel. Deshalb standen zusätzlich die Rechenschiffchen und Zehnermaterial als Veranschaulichungsmittel zur Verfügung. Dies erleichterte Arsim in einigen Stellen die Kommunikation, wenn ihm die sprachlichen Ausdrucksmittel fehlten, und war auch für uns eine Unterstützung, da wir durch das Hinzuziehen der außersprachlichen Mittel Arsims Verständnis sichern konnten. Denn wie ich in Kapitel 6.2.2 aufgezeigt habe, ist es schon für Kinder mit gut entwickelten sprachlichen Fähigkeiten eine komplexe Anforderung, nur auf sprachlicher Ebene Rechenprozesse zu beschreiben bzw. die Beschreibungen anderer Personen nachzuvollziehen.

Nach einigen Wochen konnte sich Arsim relativ sicher im Zahlenraum bis 20 bewegen sowie seine Rechenprozesse in einfachen Worten und mithilfe von

Veranschaulichungsmitteln verbalisieren. Zwar rechnete er vor allem beim Subtrahieren noch langsam, aber der Übergang zum Zahlenraum bis 100 war aus doppeltem Grunde angemessen: Erstens war Arsim hochmotiviert und betonte stets, er wolle endlich bis 100 rechnen. Zweitens gilt: „Ein zu langes Verharren in kleinen Zahlenräumen ist (…) auch bei schwächeren Schülerinnen und Schülern kontraproduktiv. Konzepte und Vorstellungen von größeren Zahlenräumen und mehrstelligen Zahlenräumen stellen sich erst im reflektierten Umgang (…) mit größeren Zahlen ein“ (Schäfer 2005, S. 193).

<u>Kompetenz: Strukturierung des Zahlenraums bis 100</u>

Während unserer Hospitation im Morgenkreis übten die Kinder das Prinzip der Bündelung so, dass sie eine große Anzahl unstrukturierter Gegenstände vorfanden und diese mithilfe von Schnüren bündelten: Immer 10 Gegenstände wurden mit einer Schnur umrandet. Dies griff ich in der Förderung zum Einstieg auf. Ich wollte sichergehen, dass Arsim das Prinzip der Bündelung verstanden hatte und außerdem einen Bezug zum Zehnermaterial herstellen konnte. So bat ich ihn, 25 Spielfiguren mit Schnüren zu bündeln, was ihm gelang. Anschließend legte ich ihm das Zehnermaterial vor und fragte ihn, was das denn damit zu tun habe. Sofort erwiderte Arsim: *„Eine Schnur ist wie eine Stange“*. Er hatte also verstanden, was es mit dem Zehnermaterial auf sich hat. Dass er das Prinzip der Bündelung sicher begriffen hatte, bestätigte erneut folgende Aufgabe: Ich präsentierte Arsim Kärtchen und sagte ihm, dass darauf je 10 Spielfiguren Platz hätten. Meine Frage, wie viele Kärtchen man denn für 62 Spielfiguren bräuchte, beantwortete Arsim korrekt: *„6, und dann sind noch 2 da“*.

Somit konnte ich mit dem Wissen zur Strukturierung des Zahlenraums bis 100 übergehen, dass Arsim das Stellenwertprinzip bereits verinnerlicht hatte. Für Arsim war nun wichtig, dass er sicherer bei der Zahlwortbildung und der Ziffernschreibweise wurde. Gemäß der Terminologie Dehaenes (1992) beabsichtigte ich, auf der bereits gesicherten „Analogue Magnitude Representation“ aufzubauen, um Arsim im „Auditory Verbal Word Frame“ und in der „Visual Arabic Number Form“ mehr Sicherheit zu verschaffen. Laut Dehaene ist in der „Analogue Magnitude Representation“ eine Zahl auf dem mentalen Zahlenstrahl repräsentiert. Gerster und Schultz (2004, S. 228f.) geben zu Recht zu bedenken, dass der ausschließliche Bezug zum Zahlenstrahl zu eng gefasst sei. Denn dem mentalen Zahlenstrahl liegen analoge Repräsentationen zu Grunde, welche die Klassenbildung von Hundertern, Zehner und Einern widerspiegeln – ganz im Sinne der Mehrsystemblöcke. Der mentale Zahlenstrahl muss im Lernprozess sozusagen durch kardinale Repräsentationen angereichert werden, und ebendiese Vorstellungen müssen mit der Syntax der arabischen Zahlen integriert werden. Dieser Zusammenhang wird in Dehaenes Triple-Code-Modell nicht deutlich.

Neben Gerster und Schultz (2004) hat dies auch Schäfer (2005) erkannt. Sie greift diesen wichtigen Aspekt in ihren Fördervorschlägen auf und betont, dass das Erlernen von Zahlwörtern stets an geeignete kardinale Vorstellungen von gegliederten Quantitäten verknüpft werden sollte (vgl. ebd., S. 192). Hierfür sind die Mehrsystemblöcke ideal, weshalb ich diese als Veranschaulichungsmittel für die Strukturierung des Hunderterraums mit Arsim gewählt habe. Wie in Kapitel 6.2.3 bereits erwähnt, schlägt Schäfer (ebd., S. 194) bestimmte Aufgabenstellungen vor, die auf dem Triple-Code-Modell nach Dehaene (1992) beruhen und dabei kardinale Mengenvorstellungen betonen. Es geht beispielsweise darum, zu einer gegebenen Zahldarstellung mit Mehrsystemblöcken das passende Zahlwort und die entsprechende Zifferndarstellung zu finden und umgekehrt. Aufgaben solcher Art griff ich auf, um Arsim bei der Zahlwortbildung und der Ziffernschreibweise mehr Sicherheit zu verschaffen. Hinsichtlich dessen sind sogenannte Seguin-Karten ideal, denn mit ihrer Hilfe kann Schwierigkeiten im Bereich der Invertierung von Zehner- und Einerzahlen, wie ich sie bei Arsim beobachten konnte, entgegengesteuert werden (vgl. Schäfer 2005, S. 192). Idealerweise kam hinzu, dass die Seguin-Karten auch in Arsims Mathematikunterricht als Arbeitsmittel verwendet wurden. Das Prinzip der Seguin-Karten ist folgendes (bezogen auf das Beispiel der 78): Ich präsentierte Arsim mit Zehnermaterial die 78 und Arsim sollte diese mit Seguin-Karten legen. Arsim fand dabei die 70 in zwei Kästchen vor – die Zehnerstelle in einem Kästchen und die Einerstelle in einem anderen:

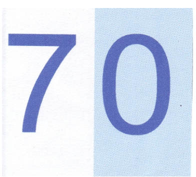


Abb. 10: Die Zahl 70 als Seguin-Karte

Um die Zahl 78 zu legen, brauchte er nur die 8 als „Einerkärtchen“ auf die Null zu legen und anschließend „achtundsiebzig“ zu sagen:

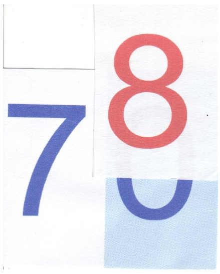


Abb. 11: Die Zahl 78 als Seguin-Karte

Durch diese wiederholte Tätigkeit mit unterschiedlichen Zahlen konnte Arsim sich die Reihenfolge Zehner, Einer immer mehr einprägen. Er wurde auch in der Zahlwortbildung sicherer, da er sich dabei an seiner inneren Vorstellung von den Seguin-Karten orientieren konnte: Die rote Zahl wird zwar in einem zweiten Schritt dazugelegt, aber zuerst gesprochen. Die Seguin-Karten unterstützten Arsim auch hinsichtlich der verbalen Zählfertigkeit: Beim Rückwärtszählen nahm er jeweils die Einerstelle der Seguin-Karte weg und erkannte so z. B., dass es 72, 71, 70 heißen muss und nicht 72, 71, 60, wie es ihm während der diagnostischen Phase noch häufig passiert war.

Nachdem Arsim mithilfe der Seguin-Karten deutlich sicherer in der Zifferndarstellung, der Zahlwortbildung und der Zählfertigkeit geworden war, lösten wir uns von ihnen und gingen zu weiteren Übungen diesbezüglich über. Arsim sollte sich nun die Ziffernschreibweise in der korrekten Schreibrichtung ohne Seguin-Karten einprägen. Hierzu wählte ich zunächst den Taschenrechner, denn hier konnte das Kind unmittelbar erfahren, dass man die Zehner vor den Einern eintippen muss, um die gewünschte Zahl auf dem Display zu erhalten. Ich legte Arsim also eine Zahl mit Zehnermaterial, er sprach sie als Zahlwort und tippte sie in den Taschenrechner ein. Nachdem er einige Male „hereingefallen“ war, hielt er sich sorgsam an die erforderliche Reihenfolge. Die Taschenrechnerübungen bereiteten Arsim große Freude. Im Fördermaterial nach Kaufmann und Wessolowski (^{2}2009) fand ich auf der beiliegenden CD-ROM folgende Aufgaben vor, die Arsim begeistert durchführte:

Lasse dir die Rechnungen vorlesen. Tippe sie in den Taschenrechner ein. 75 – 37 + 26 + 23 – 19 + 30 – 69 + 56 – 8 + 23 – 100 = 13 + 30 + 12 + 21 + 11 – 60 + 66 – 76 + 67 – 84 = 6 + 16 + 60 – 5 – 15 – 50 + 4 + 14 + 40 – 3 – 13 – 30 – 24 =

Abb. 12: Übungen zu Zahlwörtern und zur Schreibrichtung (in Anlehnung an ebd.; modifiziert C. D.)

Alle drei Rechnungen haben 0 als Ergebnis. Dies dient als Kontrolle dazu, ob man alles korrekt eingetippt hat. Besonders die dritte Aufgabe ist anspruchsvoll, da sämtliche ähnlich klingende Zahlwörter nebeneinanderstehen. Da Arsim mittlerweile jedoch eine kardinale Mengenrepräsentation der einzelnen Zahlwörter sowie die Seguin-Karten im Kopf hatte, bereitete ihm dies kaum noch Schwierigkeiten. Dies „beweist", dass der Aufbau von Begriffen mithilfe von Veranschaulichungsmitteln zentral ist, um mit den Spezifika der deutschen Zahlensprache umgehen zu können.

Erst jetzt ging ich dazu über, Arsim die Zahlen selbstständig schreiben zu lassen. Dabei diente zunächst die Stellenwerttafel als Hilfe:

Z	E

Abb. 13: Stellenwerttafel

Anschließend sollte Arsim mehrstellige Zahlen „frei" schreiben. Teils fiel er wieder in seine alte Schreibreihenfolge Einer, Zehner zurück, wurde aber häufig darauf aufmerksam und sagte: *„Ach nee, die Zehner zuerst!"*.

Nachdem Arsim hinsichtlich Ziffernschreibweise und Zahlwortbildung deutlich sicherer geworden war, gingen wir zu ersten Operationen im Hunderterraum über, um diesen zu strukturieren. Ausgewählten Begriffen und Bezeichnungen, die für die Strukturierung von Zahlenräumen von Bedeutung sind, sollte hier im Sinne einer sprachlich orientierten Mathematikförderung besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Arsim würde anhand konkreter Handlungen Vorstellungen von diesen Begrifflichkeiten erwerben und so zunehmend flexibler mit Ausdrücken wie „(um …) größer/kleiner" „mehr/weniger", „vor/nach" sowie „Zehnerzahlen" umgehen können.
Arsim und ich orientierten uns bei unseren Interaktionen weiterhin am Triple-Code-Modell nach Dehaene (1992), damit er kontinuierlich begriffliche Vernetzungen zwischen den drei Modulen Zifferndarstellung, Quantität und Zahlwort herstellen konnte. Als „viertes Modul" würde die Beschreibung operativer Veränderungen durch entsprechende sprachliche Begriffe hinzukommen. Leitend waren Aufgabenstellungen folgender Art: „Wie verändern sich Zahlwort und Zifferndarstellung, wenn Material (…) dazukommt oder entfernt wird? Wie verändern sich die konkrete Darstellung mit Material und das Zahlwort, wenn die Zifferndarstellung verändert wird? Wie verändern sich konkrete Darstellung und

Zifferndarstellung bei Veränderung des Zahlworts?“ (Schäfer 2005, S. 194). Zudem stand folgende Frage im Mittelpunkt: Wie lässt sich die jeweilige operative Veränderung sprachlich beschreiben? Um Arsim hinsichtlich dieser möglichen sprachlichen Beschreibung Hilfestellungen zu geben, fixierte ich zunächst die Ausdrücke „mehr“ und „größer“ in blauer Farbe auf Kärtchen.

Ich führe nun exemplarisch ein Beispiel an, das zeigen soll, wie Arsim und ich diesbezüglich arbeiteten:

- Arsim hatte die 55 als Ziffer vor sich liegen und benannte sie als fünfundfünfzig. Ich schrieb 60 auf, woraufhin Arsim „sechzig“ äußerte, fünf Würfelchen wegnahm und sie durch eine weitere Zehnerstange ersetzte. Mithilfe der Kärtchen beschrieb er die operative Veränderung: 60 sind 5 mehr als 55. 60 ist um 5 größer als 55.

Solche Übungen führten wir wiederholt über mehrere Sitzungen durch. Erst als Arsim operative Veränderungen sicher mit den Begriffen „mehr“ und „größer“ beschreiben konnte, gingen wir zu den Ausdrücken „weniger“ und „kleiner“ über. Dadurch wollte ich die Gefahr einer möglichen Ähnlichkeitshemmung vermindern. „Weniger“ und „kleiner“ wurden in roter Farbe auf Kärtchen fixiert. Übungen dazu fanden in ähnlicher Weise statt:

- Arsim hatte die 40 als vier Zehnerstangen vor sich liegen. Ich nahm eine Stange weg, woraufhin Arsim erwiderte, dass die Zahl nun dreißig heiße. Er notierte sie als 30 und äußerte mithilfe der Kärtchen, dass 30 um zehn kleiner sei als 40 bzw. 30 zehn weniger sei als 40.

Sobald Arsim sicher mit den sprachlichen Beschreibungen von operativen Veränderungen umging, nahmen wir dieses Modul als Ausgangspunkt und stellten uns gegenseitig „Zahlenrätsel“. Arsim stellte mir z. B. folgendes Zahlenrätsel: *„Meine Zahl ist 15 mehr als 70“*. Daraufhin legte ich die 85 mit Zehnermaterial, schrieb 85 als Ziffer auf und meinte zu Arsim: *„Das müsste die 85 sein, stimmt das?“* Arsim nickte begeistert. Um Arsim herauszufordern, löste ich seine Rätsel teils falsch. Nachdem er mir z. B. das Rätsel *„Meine Zahl ist um 3 kleiner als 73“* gestellt hatte, entgegnete ich, dass es sich dabei um die 76 handeln müsste, was Arsim freudig korrigierte: *„Neeein, kleiner, nicht größer!“*.

Schäfer (2005, S. 193) betont, dass der zu frühe Einsatz des Zahlenstrahls die Entwicklung kardinaler Vorstellungen, die so wichtig für die Entwicklung von Rechenstrategien sind, behindert. Dies liegt daran, dass der Zahlenstrahl eher den ordinalen Zahlaspekt betont und kardinale Repräsentationen der Zahlen nicht unmittelbar aus ihm ersichtlich werden. Wenn ein Kind jedoch durch vielfältige Übungen, wie ich sie oben beschrieben habe, stabile und tragfähige kardinale Vorstellungen entwickelt hat, kann der Zahlenstrahl mit seiner linearen Anordnung schließlich eine weitere Stütze zur Strukturierung des Zahlenraums sein. Denn nun „weiß“ das Kind, dass die 20 nicht nur ein Punkt auf dem Zahlenstrahl ist, sondern die Menge 20 repräsentiert; das heißt, es kann die verschiedenen Zahlaspekte erfassen, die der Zahlenstrahl codiert. Nachdem Arsim sehr sicher mit den obigen Aufgaben umging, zogen wir schließlich den Zahlenstrahl hinzu – analog zum Vorgehen der Lehrerin im Unterricht. Nachdem wir beispielsweise Zahlen mit Zehnermaterial gelegt hatten, bestimmten wir ihre entsprechenden Positionen am Zahlenstrahl und umgekehrt. Da Arsim der Zahlenstrahl auch aus dem Unterricht vertraut war, gelang ihm dies nach einigen Anlaufschwierigkeiten schließlich problemlos. Besondere Aufmerksamkeiten widmeten wir den Zehnerzahlen, die wichtige Orientierungspunkte am Zahlenstrahl darstellen. Wir malten sie auf dem Zahlenstrahl rot an und fixierten den Ausdruck „Zehnerzahlen“ im „Lexikon mit schwierigen Wörtern“ (siehe S. 139). Ich konnte beobachten, dass sich Arsim zudem den Ausdruck „Zehnerzahlen“ gut merken konnte, indem er sich sagte, dass bei diesen Zahlen nur *Zehner*stangen daliegen und keine Würfelchen.

Anhand des Zahlenstrahls ließen sich nun auch die Begriffe „vor/nach“ sichern. Über die Wichtigkeit dieser Begrifflichkeiten lässt sich streiten, denn sie könnten ebenso mit „kleinerer/größerer Nachbarzahl“ beschrieben werden – mit Begriffen also, die Arsim beherrschte. Da ich allerdings beobachten konnte, dass im Unterricht häufig mit „vor/nach“ sowie „zwischen“ hantiert wurde, erschien mir dies als ein wichtiger Punkt. Wir ergänzten unsere Übungen also um diese Begrifflichkeiten, indem wir uns Rätsel stellten, wie „Meine Zahl kommt nach der 22“. Durch alternative Formulierungen wie „Meine Zahl ist die größere Nachbarzahl von 22/ ist um eins größer als 22/ ist eins mehr als 22“ und die entsprechende Visualisierung am Zahlenstrahl konnte Arsim eine tragfähige Vorstellung über den Ausdruck „nach“ entwickeln: Er erkannte die Parallele zu den Ausdrücken „größer“ und „mehr“, die er bereits beherrschte, und konnte so das neue Wissen in sein bereits vorhandenes integrieren, indem er Verknüpfungen herstellte. Aufgrund der Gefahr der Ähnlichkeitshemmung widmeten wir uns zunächst nur dem Ausdruck „nach“. „Vor“ thematisierten wir erst zu dem Zeitpunkt, als Arsim sicher die Ausdrücke „nach“, „mehr“ und „größer“ miteinander verknüpfen konnte. Die relevanten Begrifflichkeiten für die Strukturierung des Zahlenraums nahmen wir abschließend in das „Lexikon mit schwierigen Wörtern“ auf (siehe S. 139).

Als „Abschluss“ für die Strukturierung des Zahlenraums bis 100 diente ein Würfelspiel, das Frau Drees und ich gemeinsam angefertigt hatten. Das Spielbrett hatte die Form eines Zahlenstrahls, wobei bei der Null der Startpunkt und bei der 100 das Ziel war (siehe Spielbrett in verkleinerter Form auf S. 136). Gewonnen hatte derjenige, der zuerst bei der 100 angelangt war. Auf dem Weg zur 100 kam man jedoch immer wieder auf Felder, bei denen man ein Kärtchen ziehen musste. Auf Felder mit dem ? –Symbol waren „Mathekärtchen“ zu ziehen, auf denen z. B. stand „Gehe zur Zahl vor 91“ oder „Gehe zur Zahl, die 1 weniger ist als 41“ (weitere Beispiele finden sich auf S. 136). So konnte Arsim die erarbeiteten sprachlichen Formulierungen in einem ansprechenden Rahmen erneut wiederholen und festigen. Bei Schwierigkeiten war erlaubt, im „Lexikon mit schwierigen Wörtern“ nachzuschlagen. So erfuhr Arsim den Nutzen des Nachschlagewerkes – eine wichtige Voraussetzung dafür, dass er es auch in Zukunft für seinen Lernprozess nutzen würde. Je nachdem, wo man sich gerade befand, konnten einen die Anweisungen auf den „Mathekärtchen“ voranbringen oder aber man hatte Pech und musste ein Stück zurück. Wenn man auf einer Zehnerzahl ankam, wurde zudem ein Kärtchen mit dem roten ! – Symbol gezogen. Auf diesen Kärtchen waren „Tierrätsel“ der folgenden Art: „Welches Tier bin ich? Ich bin nachts im Wald unterwegs. Ich kann fliegen. Ich habe aber keine Federn, sondern ein Fell“. Anhand der erarbeiteten semantischen Merkmale musste der jeweilige Spieler also erraten, um welches Tier es sich handelte; in diesem Fall um die Fledermaus. Wenn er dies richtig erraten hatte, durfte er anschließend nochmals würfeln.

Mit dem Spiel ließen sich die beiden Förderbereiche Semantik sowie Mathematik und Sprache ideal verbinden. Es bereitete Arsim große Freude und zeigte, dass er in beiden Bereichen deutliche Fortschritte gemacht hatte.

<u>Kompetenz: Verfügen über Lesestrategien zur Strukturierung von Sachaufgaben</u>

Der Bereich Sachaufgaben stellte keinen Schwerpunkt in der Förderung dar, sondern hatte begleitende Funktion. Arsims Schwierigkeiten in diesem Bereich bezogen sich wie erwähnt weniger auf das Überführen in eine mathematische Operation, sondern bedingt durch seine semantischen Schwierigkeiten vor allem auf die Ebene des Leseverstehens. Da Frau Drees diesen Aspekt innerhalb ihrer Förderung thematisierte, ergab sich hier erneut ein idealer Verknüpfungspunkt: Arsim sollte erkennen, dass genaues und strukturiertes Lesen nicht nur bei „normalen“ Texten wichtig ist, sondern dass dies im Bereich Mathematik ebenso große Bedeutung hat.

Um Arsim beim Leseverstehen zu unterstützen, erarbeiteten Frau Drees und ich mit ihm folgende Strategie anhand ausgewählter Texte: Da Arsim „planlos“ las und Satzbegrenzungen nicht als Strukturierungshilfe nutzte, sollte er den Punkt mit einem dicken Stift rot anmalen, sobald er auf einen traf. Dann ging es für Arsim darum, innezuhalten und zu überlegen, ob er den Satz verstanden hatte. Wenn der Satz Wörter enthielt, die Arsim nicht verstanden hatte, war es wichtig nachzufragen. Nachdem diese Wörter geklärt waren, führte Arsim sich erneut innerlich vor Augen, was in dem Satz stand. Innerhalb der Förderung war es zur Verständnissicherung zudem möglich, dass er uns in seinen eigenen Worten die Aussage des Satzes beschrieb. Erst nach diesen Schritten wurde zum nächsten Satz übergangen und die Strategie erneut angewendet.

Diese erarbeitete Lesestrategie visualisierten wir gemeinsam, indem wir einen Streifen anfertigten, den Arsim bei allen Leseaufgaben neben sich legen und sich so daran orientieren konnte. Dieser wurde ebenfalls in das Lexikon eingefügt, sodass Arsim auch nach Abschluss der Förderung jederzeit auf den Streifen würde zugreifen können. Er findet sich in den Anlagen auf S. 143.

Am Ende jeder Förderstunde löste Arsim als eine Art Ritual ein oder zwei Textaufgaben, bei denen er die erlernte Lesestrategie anwenden und so ihre stützende Funktion erfahren konnte. Ich formulierte hierbei eigens Textaufgaben, die leicht über Arsims aktuellem sprachlichen Niveau lagen; sozusagen in seiner „Zone der nächsten Entwicklung“ (Vygotskij 1987). Dies diente dazu, ihn herauszufordern und zum Nachfragen zu animieren. „Thema“ der Textaufgaben war das semantische Feld „Waldtiere“ aus der Förderung von Frau Drees, sodass Verknüpfungen hergestellt werden konnten.

Ich führe nun exemplarisch einige Textaufgaben an, die ich mit Arsim bearbeitet habe, und beschreibe kurz ihren Sinn und Zweck sowie Arsims Umgang mit ihnen.

Das Wildschwein wird im Wald oft nur 4 Jahre alt. Im Zoo ist seine Lebenszeit 16 Jahre länger. Wie lange kann es im Zoo leben?

Diese Aufgabe stellte ich auf, da sie einen interessanten sachlichen Zusammenhang aufzeigte. Arsim würde die Aufgabe nicht nur „der Mathematik wegen“ lösen, sondern er würde dadurch etwas Neues und Erstaunliches über das Wildschwein lernen, sozusagen ein neues semantisches Merkmal, wodurch sein Begriff über das Tier zusätzlich gefestigt würde. Die Aufgabe hätte also auch ihren Nutzen für die Erweiterung von Arsims semantischen Fähigkeiten.

Als „sprachliche Hürde“ hatte ich bewusst das Wort „Lebenszeit“ in die Aufgabe aufgenommen. Hier wollte ich beobachten, wie Arsim mit dieser Formulierung umging,

wenn er durch die erarbeitete Lesestrategie die Aufforderung zum Nachfragen erhielt.
Mithilfe des „Lesestreifens“ arbeitete sich Arsim also durch die Aufgabe. Beim zweiten Satz zögerte er. Als ich ihn fragte, ob er bei einem Wort nicht sicher sei, meinte er:
K: Lebenszeit … es lebt 16 Jahre, oder?
Dies bestätigte ich ihm und bestärkte ihn darin, stets nachzufragen, damit sprachliche Schwierigkeiten ihn nicht in der Lösung von Aufgaben behinderten. Arsim konnte schließlich die Aufgabe problemlos lösen und trug sein neu erworbenes Wissen in sein „Tierlexikon“ ein (siehe S. 137).

Eine weitere Aufgabe war folgende:

Ein Fuchs kann im Jahr 6 Junge bekommen.
Ein Wildschwein kann 5 Frischlinge mehr bekommen.
Wie viele Frischlinge kann das Wildschwein bekommen?

Hier war die „sprachliche Hürde“ das Wort „Frischlinge“. Arsim reagierte folgendermaßen darauf:
K: Die Jungen vom Wildschwein, heißen die so?
Er hatte also aus dem Kontext die Bedeutung des unbekannten Wortes abgeleitet, was als sehr positiv zu vermerken war, da er Strategien erkannte, um seinen Wortschatz zu erweitern. Auch dieses neu erworbene Wissen nahm Arsim in sein „Tierlexikon“ auf (siehe S. 137).

Weitere Aufgaben waren z. B. solche, in denen erst die Frage deutlich machte, welche Operation gefordert war (z. B. „Der Fuchs fängt 5 Mäuse. Nun hat er 7 Mäuse. Wie viele hat er noch gefangen?“). Ich konnte erkennen, dass Arsim durch die erarbeitete Lesestrategie tatsächlich viel genauer las und seltener vorschnelle Hypothesen aufstellte bzw. dass er diese überprüfte.

<u>Kompetenz: Verfügen über Begriffe und Bezeichnungen von geometrischen Körpern</u>
Da Arsim in den übrigen Schwerpunkten der Förderung schnell Fortschritte gemacht hatte, war noch ausreichend Zeit vorhanden, in einigen Sitzungen den Bereich Geometrie zu thematisieren, bei denen er große Schwierigkeiten gezeigt hatte.
In diesem Bereich knüpfte ich an folgende Idee an, wie ich sie bereits in Kapitel 6.2.3 beschrieben habe: Die Voraussetzung dafür, dass Arsim sich die geometrischen Bezeichnungen dauerhaft einprägen kann, ist der Aufbau eines fundierten Begriffes von den einzelnen Flächen und Körpern. Gerade für die geometrischen Körper ist entscheidend, dass

sich der Sinnzusammenhang ihrer Bezeichnungen an außermathematischen Phänomenen aufzeigen lässt, was den Begriffsaufbau immens erleichtert. Diesen Aspekt wollte ich für die Förderung von Arsim nutzen. Dabei konnte ich jedoch nicht davon ausgehen, dass Arsim über die entsprechenden außermathematischen Zusammenhänge verfügte, im Gegenteil: Seine Schwierigkeiten hinsichtlich der geometrischen Bezeichnungen deuteten darauf hin, dass er sich dabei nicht auf sein alltagssprachliches Wissen stützen konnte. Deshalb setzte meine Förderung am Aufbau der alltagssprachlichen Bedeutung an. Diese diente Arsim als Basis dafür, anschließend Bezüge zum mathematischen Begriff herzustellen und diesen dadurch fundiert in seinem „mentalen mathematischen Lexikon“ zu verankern.

Ich beschreibe mein Vorgehen nun exemplarisch an dem geometrischen Körper Pyramide. Innerhalb meiner diagnostischen Untersuchung hatte ich festgestellt, dass Arsim diesen nicht aktiv benennen konnte. Nun gab ich ihm eine Auswahl an Körpern und fragte ihn, ob er mir die Pyramide zeigen könne, was ihm gelang. Daraufhin fragte ich ihn, ob er das Wort schon einmal irgendwo gehört habe, außer in Mathematik. Dies verneinte Arsim. Er konnte also zunächst keinen Bezug herstellen zu den Pyramiden in Ägypten. Um diesen außermathematischen Zusammenhang mit Arsim zu erarbeiten, wählte ich ein Buch aus der „Was ist was?“- Reihe, das die sieben Weltwunder zum Thema hat. Als Arsim Abbildungen der Cheops-Pyramide sah, meinte er *„Ah ja, die gibt's in so nem Land!“*. Arsim hatte also ein Konzept der Pyramide, hatte dies jedoch bisher nicht mit der entsprechenden Bezeichnung verbinden können. Wir betrachteten gemeinsam das Buch und ich las ihm einige Textstellen vor. Wir sprachen ausführlich darüber, dass diese Pyramide in Ägypten gebaut wurde, wie ein Pharao beigesetzt wurde etc. So konnte Arsim seine Vorstellung über das Phänomen Pyramide ausbauen, was eine wichtige Voraussetzung dafür war, dass sich Begriff und Bezeichnung stabil im mentalen Lexikon verankern und Bezüge hergestellt werden konnten. So diskutierten wir anschließend das Aussehen der Cheops-Pyramide und stellten fest, dass der geometrische Körper so heißt, weil er genau so aussieht wie die Pyramiden in Ägypten. Um dies festzuhalten, nahmen wir die Pyramide in das „Lexikon mit schwierigen Wörtern“ auf. Dies erfolgte in Form einer Gegenüberstellung des außermathematischen Sinnzusammenhangs und des mathematischen Begriffes – „Daher kenne ich die Pyramide <--> So sieht die Pyramide in Mathe aus“ (siehe S. 140). Da Arsim ganz fasziniert von der Sphinx war, wollte er dies unbedingt dazuschreiben.

Bei den übrigen geometrischen Körpern gingen wir analog vor: Über den außermathematischen Zusammenhang stellten wir Bezüge zum mathematischen Begriff her und nahmen beides ins Lexikon auf (siehe S. 140 und 141). Dabei stellte sich heraus, dass

Arsim der alltagssprachliche Zusammenhang von Kugel, Würfel und Kegel im Grunde klar war, er diesen bisher jedoch nicht für den Aufbau des mathematischen Begriffes hatte nutzen können. Da er nur unsicher über die Bezeichnungen verfügt hatte, hatte er die Bezüge nicht entdeckt. Dies konnte durch die Förderung geändert werden. Den Zylinder als Zauberhut kannte Arsim hingegen überhaupt nicht. Hier erfolgte eine ähnlich ausführliche Thematisierung des außermathematischen Zusammenhangs wie bei der Pyramide - durch das Mitbringen eines Zylinders und dem Ausprobieren von Zauberstricks.

Im Hinblick auf die geometrischen Flächen Quadrat und Rechteck ließ sich leider kein solcher Zusammenhang nutzen. Die Bezeichnungen sind im Grunde genommen willkürlich und somit nur durch stete Wiederholung zu festigen, weshalb ich sie in der Förderung nicht explizit berücksichtigte. Damit Arsim jedoch zukünftig nachschauen kann, wenn er die Namen der Flächen vergessen hatte, fanden auch diese ihren Platz im „Lexikon mit schwierigen Wörtern“ (siehe S. 142).

7.4 Arsims Lernfortschritte

Arsim hatte während unserer gemeinsamen Zeit von fast einem halben Jahr deutliche Lernfortschritte gemacht. Diese wurden oben bereits beschrieben. Hier sollen sie noch einmal zusammenfassend aufgeführt werden.

Während Arsim zu Beginn der Förderung beim Rechnen im Zahlenraum bis 20 Zahlbeziehungen und das Teile-Ganzes-Konzept nur in Ansätzen genutzt hat, kann er nun sicher vielfältige Aufgaben bis 20 lösen, indem er verschiedene Rechenstrategien anwendet. Er kann sich in einfachen Worten und mithilfe von Veranschaulichungsmitteln mit Lernpartnern über seine Rechenwege austauschen. Über Begrifflichkeiten wie „Verdoppeln“ und „Halbieren“ verfügt er nun deutlich sicherer.

Den Zahlenraum bis 100 kann Arsim mithilfe der Mehrsystemblöcke, der Seguin-Karten und des Zahlenstrahls nun zunehmend sicherer strukturieren. Er hat stabile Verbindungen zwischen Quantitäten, Zahlwörtern und Zifferndarstellungen aufgebaut. Hinsichtlich der Konstruktion von Zahlwörtern und der Schreibrichtung sind deutliche Fortschritte zu verzeichnen. Das Teile-Ganzes-Konzept und das darauf beruhende Stellenwertprinzip hat Arsim verinnerlicht. Mit sprachlichen Begrifflichkeiten wie „mehr/größer“, „weniger/kleiner“, „vor/nach“ sowie „Zehnerzahlen“ kann er zunehmend flexibler umgehen und sie zur Beschreibung von operativen Beziehungen nutzen. Die sprachlichen und mathematischen Grundlagen für das Rechnen im Hunderterraum sind also gelegt. Das Rechnen im Hunderterraum wäre Arsims nächster Lern- und Entwicklungsschritt. Wichtig ist

in diesem Zusammenhang, dass die oben beschriebenen Aspekte stets wiederholend aufgegriffen werden, denn diese können nach Abschluss der Förderung nicht als „für ein und alle mal gesichert“ gelten. Mit zunehmendem Lernfortschritt Arsims können zudem im Unterricht bzw. in einer eventuellen Einzelförderung weitere sprachliche Aspekte thematisiert werden, in denen Arsim Schwierigkeiten gezeigt hat – wie z. B. die Begriffe „Unterschied“ „Zehnerschritt“, „fünf Kinder vs. das fünfte Kind“. So könnte auch das „Lexikon mit schwierigen Wörtern“ schrittweise um diese Begrifflichkeiten ergänzt werden.
Im Bereich Sachrechnen hat Arsim durch die erarbeitete Lesestrategie erkannt, dass es vonnöten ist, eine Sachaufgabe sprachlich und arithmetisch wirklich zu durchdringen. Er hat erkannt, dass die Orientierung an Oberflächenmerkmalen und vorschnelle Hypothesen in eine Sackgasse führen – eine ganz wichtige Erkenntnis für zukünftige Lernprozesse. Bedingt durch seine sprachlichen Schwierigkeiten wird Arsim auch in vielen weiteren Schuljahren Unterstützung bei der Bearbeitung von Sachaufgaben benötigen, denn diese werden sprachlich und arithmetisch immer komplexer werden. Ein nächster Schritt für die Förderung in diesem Bereich könnte das Bearbeiten von Aufgaben sein, die eine mehrschrittige Operation erfordern.
Im Bereich Geometrie hat sich gezeigt, dass die Erarbeitung der entsprechenden außermathematischen Zusammenhänge und die Herstellung eines Transfers zwischen der alltagssprachlichen und der fachsprachlichen Bedeutung sehr hilfreich für Arsim waren. Für weitere Lernprozesse in diesem Bereich wäre zu beachten, dass dieses Vorgehen weitergeführt wird, wo immer es sich anbietet – und das ist bei sehr vielen geometrischen Bezeichnungen der Fall. Mögliche Bedeutungsinterferenzen sollten ebenfalls thematisiert werden.

Auch im Bereich Semantik und Schriftsprache ist eine deutliche Weiterentwicklung zu erkennen. Arsim hat sein begriffliches Wissen über die Tiere des Waldes ausgebaut. Er kann sie sicher benennen und ihnen semantische Merkmale zuordnen. Zudem hat er Strategien entwickelt, um seine sprachlich-kommunikativen Fähigkeiten selbstständig zu erweitern: So nutzt er die Stützfunktion der Schrift, fragt mittlerweile kontinuierlich nach, wenn er etwas nicht versteht, und erkundigt sich nach unbekannten Begriffen. Im Bereich Schriftsprache gelingt es ihm unter anderem immer besser, sich auf formale Aspekte zu beziehen.

Während den fünfeinhalb Monaten der Förderung hatten Frau Drees und ich uns kontinuierlich mit Arsims Klassenlehrerin über seine Fähigkeiten und Schwierigkeiten sowie seine Lernfortschritte ausgetauscht, sodass Unterricht und Förderung Hand in Hand gingen.

Nach Abschluss der Förderung erfolgte zudem ein abschließendes Gespräch, in welchem wir ihr nochmals einen Überblick darüber gaben, woran wir mit Arsim gearbeitet hatten. Wir präsentierten ihr die erstellten Lexika und die erarbeitete Lesestrategie, damit diese nach unserer gemeinsamen Arbeitszeit auch weiterhin von Arsim genutzt werden und so erst ihren vollen Nutzen entfalten würden. Die Lehrerin nahm unsere Anregungen dankbar an und bestätigte uns, dass auch sie bei Arsim deutliche Lernfortschritte erkennen könne.

8. Zusammenfassung und Ausblick

Die Analyse von Arsims sprachlichen und mathematischen Fähigkeiten und Schwierigkeiten hat bestätigt, dass es deutliche Zusammenhänge zwischen Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb und mathematischen Schwierigkeiten gibt.

Meine unter Punkt 6 entwickelte Theorie gibt vielfältige Hinweise darauf, auf welche mathematischen Bereiche semantische Störungen bedeutenden Einfluss haben können. Der mögliche Einfluss von Störungen im Bedeutungserwerb zieht sich wie ein roter Faden durch die mathematische Kompetenzentwicklung und kann sowohl in frühen als auch in fortgeschrittenen Phasen relevant sein. Allerdings hat das Beispiel Arsim gezeigt, dass sich dies bei jedem Kind individuell auswirkt. Bei Arsim trafen einige zentrale Punkte meiner Theorie zu – beispielsweise Schwierigkeiten im Umgang mit Zahlwörtern oder geometrischen Begriffen. In anderen Bereichen wiederum zeigte er keine Schwierigkeiten – z. B. beim Operationsverständnis. So ist also bei jedem Kind individuell zu prüfen, an welchen Punkten seine semantischen Störungen zu mathematischen Problemen führen und an welchen wiederum nicht. Bei einem Schulkind ist es zudem wichtig, nicht nur die mündliche Sprachebene zu betrachten, sondern auch seine schriftsprachlichen Fähigkeiten. Denn auch diese haben Einfluss auf die mathematische Kompetenzentwicklung. Besonders deutlich wird dies beim Verstehen von schriftlichen Arbeitsanweisungen und Sachaufgaben, denn diese Leistung hängt nicht zuletzt auch von der Lesefertigkeit des Kindes ab. Andererseits kann die Schriftsprache eine wichtige stützende Funktion in der Förderung einnehmen.

Der Einfluss von Störungen im Bedeutungserwerb auf die Entwicklung mathematischer Konzepte darf also nicht als strenge „Wenn-dann-Beziehung“ verstanden werden. Allerdings können semantische Störungen den Aufbau mathematischer Begriffe gerade dann stark erschweren, wenn dieser Aspekt in der Planung und Durchführung des Unterrichts keine Beachtung findet. Der explizite Einbezug sprachlicher Aspekte bei der Förderung Arsims hat deutlich gezeigt, wie verhindert werden kann, dass sprachliche Schwierigkeiten die Entwicklung von mathematischen Konzepten behindern. Das Thema Mathematik und Sprache darf also nicht losgelöst von den Lehr-Lern-Prozessen betrachtet werden. So ist außerdem zu vermuten, dass sich in einem differenzierenden und handlungsorientierten Mathematikunterricht, wie ihn Arsim meinen Beobachtungen nach erfährt, semantische Schwierigkeiten weniger gravierend auf die mathematische Entwicklung eines Kindes auswirken als es in einem lehrerzentrierten Unterricht der Fall ist. Es ist deutlich geworden, dass Arsims semantische Störungen nicht dazu geführt haben, dass er keine mathematischen Konzepte ausgebildet hat. Die Sprache ist für ihn allerdings ein sehr erschwerender Faktor, der auch zukünftig beachtet werden muss, damit dieser seine mathematische Kompetenzentwicklung nicht behindert.

Allerdings ist es für Lehrkräfte sehr schwierig, dies im Unterricht konkret umzusetzen – taucht doch das Thema in Forschung und Literatur kaum auf. Konkrete Hinweise für die didaktische Umsetzung finden sich ebenfalls nur bruchstückhaft. Auch für mich war deshalb die Planung und Durchführung der Förderung Arsims eine große Herausforderung. An manchen Punkten musste ich mir sehr viele Gedanken darüber machen, wie ich sie in der Förderung gestalte, denn bezüglich des Einbezugs von sprachlichen Aspekten in die Mathematikförderung konnte ich kaum auf praktische Anregungen aus der Literatur zurückgreifen. So kann man sich denken, dass dies für Lehrkräfte, welche nicht in dem Maße über sprachheilpädagogisches Wissen verfügen, fast nicht leistbar ist.

Umso wichtiger ist es, dass sich die empirische Forschung dem Zusammenhang zwischen Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb und mathematischen Schwierigkeiten verstärkt widmet. Meine Ausführungen in Kapitel 6 zeigen mögliche Anknüpfungspunkte und Fragestellungen auf. Ich konnte durch meine Arbeit mit Arsim exemplarisch zentrale Aspekte meiner Theorie bestätigen, aber natürlich ist diese Untersuchung nicht repräsentativ. Um gesicherte empirische Erkenntnisse zu erhalten, sind umfangreichere Untersuchungen von Nöten – Untersuchungen über einen längeren Zeitraum, mit einer Vielzahl von Kindern mit semantischen Schwierigkeiten sowie einer Kontrollgruppe.

Im Anschluss daran besteht die Aufgabe für die Fachdidaktik darin, entsprechende unterrichtliche Konzepte zu entwerfen. Denn es reicht nicht aus, das Thema Mathematik nur ins Bewusstsein von Lehrkräften zu heben. Erhalten diese keine Hinweise für eine konkrete praktische Umsetzung, besteht die Gefahr, dass der Aspekt Sprache im Alltag des Mathematikunterrichts untergeht.

Insgesamt ist deutlich geworden, dass es sich bei dem wichtigen Thema Sprache und Mathematik noch um eine „Baustelle“ handelt, die große Aufgaben für Forschung, Fachwissenschaft und Fachdidaktik bereithält. Für mich war die Bearbeitung des Themas interessant und anspruchsvoll zugleich. Ich glaube, dass ich wichtige Einblicke und Anregungen geben konnte, indem ich einen Transfer hergestellt habe zwischen meinem sprachheilpädagogischen Wissen und meinen Kenntnissen über die kindliche Aneignung von Mathematik.

Anlagen

- Kategorisierung von Bildern bzw. Wortkarten innerhalb der semantischen Felder „Tiere“ und „Kleidung“ in Ober- und Unterbegriffe und anschließende Zuordnung von semantischen Merkmalen zu den Tieren (S. 125 und 126)

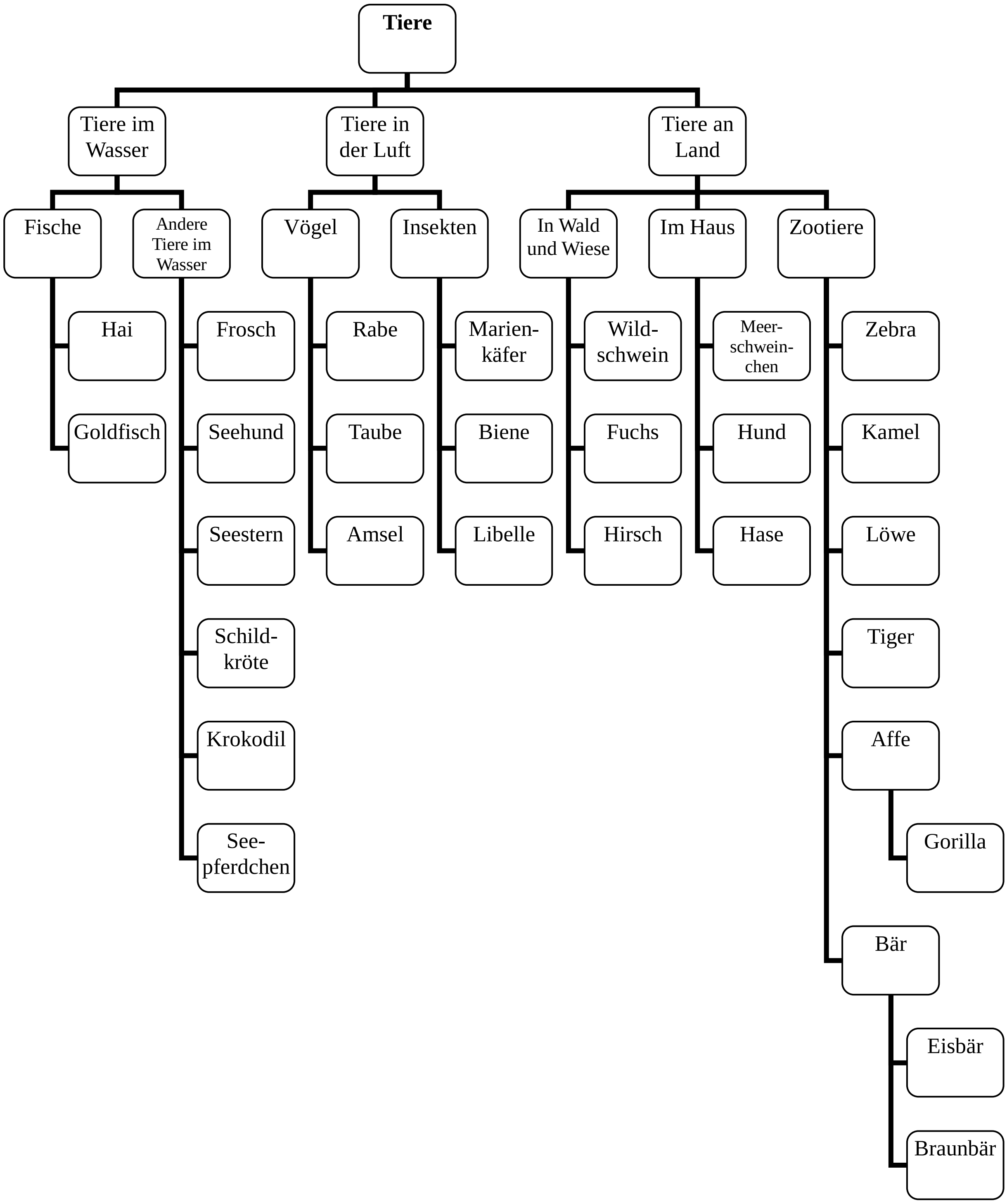
- Protokollbogen: Ausgewählte Aufgaben des qualitativen Verfahrens nach Kaufmann/Wessolowski (2009[2]) (S. 127-134)

- Rechenstrategien (S. 135)

- Spielplan, Anweisungen auf den Kärtchen (S. 136)

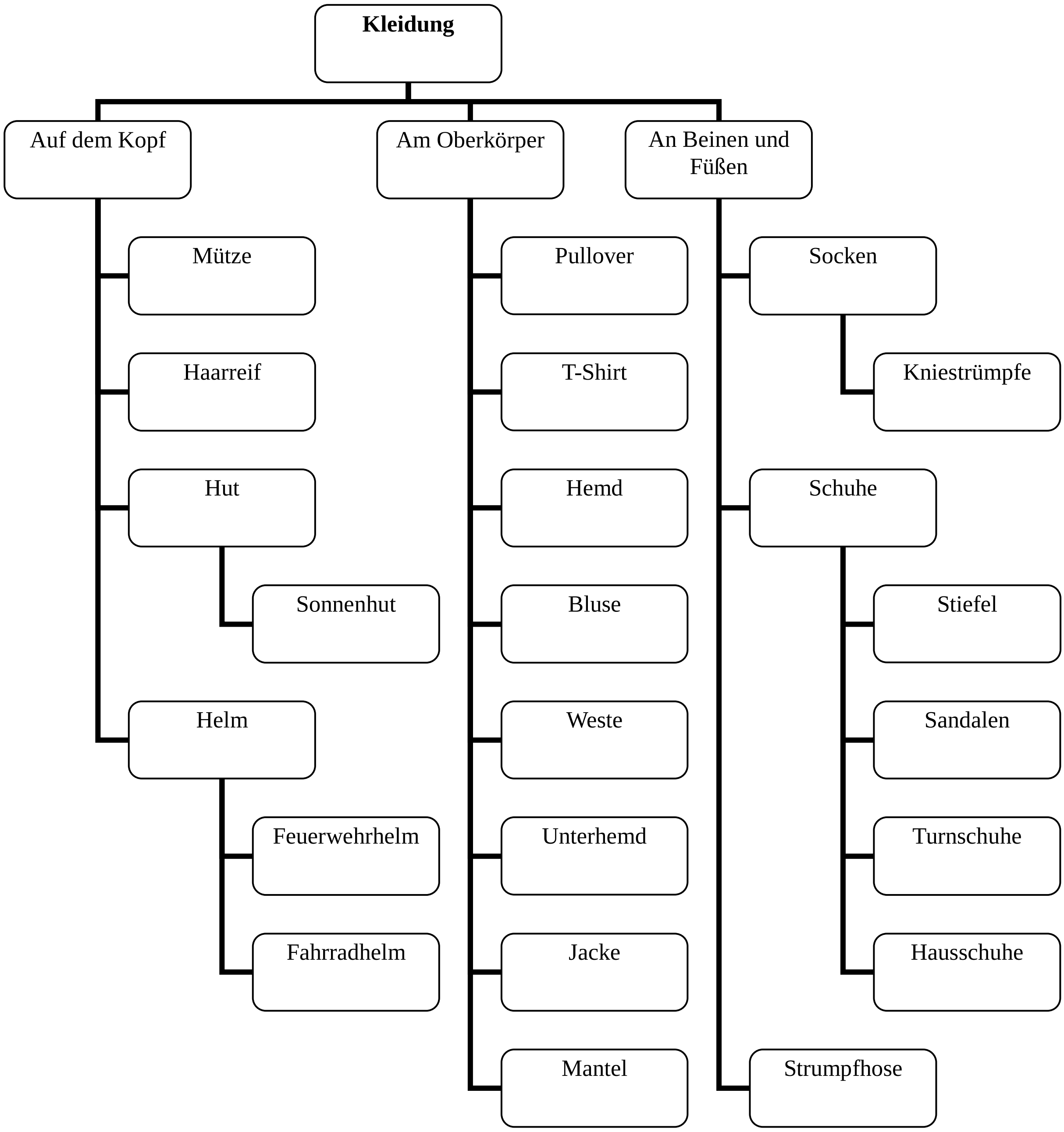
- Exemplarische Seite aus dem Tierlexikon (nach Drees 2010) (S. 137)

- „Lexikon mit schwierigen Wörtern“ (nur bezüglich Mathematik; übrige Seiten siehe bei Drees 2010) und „Lesehilfe“ (S. 138-143)



Merkmalszuordnung zu den Tieren:

Schwimmen, summen, hat Flügel, klettern, brummen, brüllen, hat Streifen, quaken, hüpfen, grunzen, beißen, glatt, haarig, glitschig


Kleidung
Auf dem Kopf
Am Oberkörper
An Beinen und Füßen
Mütze
Haarreif
Hut
Sonnenhut
Helm
Feuerwehrhelm
Fahrradhelm
Pullover
T-Shirt
Hemd
Bluse
Weste
Unterhemd
Jacke
Mantel
Socken
Kniestrümpfe
Schuhe
Stiefel
Sandalen
Turnschuhe
Hausschuhe
Strumpfhose

1.3 ***Nun sollst du herausfinden, wie viele*** Blumen da ***sind. Versuche, dabei möglichst geschickt vorzugehen. Bitte zähle oder denke laut, damit ich weiß, was du machst. Du darfst auf dem Blatt auch schreiben oder malen.***

☒ richtiges Ergebnis
○ falsches Ergebnis: ____________
  ○ Fehler in Zahlwortreihe
  ○ keine Korrespondenz mit Zeigen
  ○ vergisst Blumen oder zählt doppelt

Zählart
○ mit den Augen
☒ mit dem Finger/Stift
○ markiert mit Stift
○ bündelt

4.4.3 Zu Invarianz/operative Veränderungen
Hier liegen 7 Würfel, dort 6 (einzelne Zahldarstellungen zeigen);
zusammen sind es 13. 7 + 6 ist also gleich 13. (Ziffernkarte dazu legen.)
Ich verändere nun etwas; (1 Würfel von 6 zur 7 schieben.)
hier liegen nun 8 und dort 5 (wieder auf einzelne Zahldarstellungen zeigen).
Kannst du mir ohne zu rechnen sagen, wie viel 8 + 5 ist? (dabei Material abdecken)

13 Würfel

Ziffernkarte 13 Test A Material 1

Hilfsfragen, wenn keine richtige Antwort kommt oder gerechnet wird:
1. Wie viele liegen denn nun auf dem Tisch?
2. Sind es mehr oder weniger als vorher?

☒ spontan richtig
○ nach 2. Frage richtig
○ nach 1. Frage richtig
○ nach 2. Frage falsch

1.1 ***Ich möchte jetzt, dass du zählst, und zwar ...***

- Pausen mit Punkten (ca. Sek.) markieren
- Äußerungen protokollieren
- Beobachtungen (wie z. B. Fingernutzung) protokollieren

	Reihe/Bemerkungen
vorwärts ab 12	zählt erst rückwärts, nach Hinweis problemlos
rückwärts ab 17	gelingt (etwas langsamer)
2er vorwärts ab 6	erst Verständnisschwierigkeiten (2er), dann gelingt es ihm
2er rückwärts ab 18	gelingt (etwas langsamer)

keine Fingernutzung

1.1 ***Ich möchte jetzt, dass du zählst, und zwar ...***

- Pausen mit Punkten (ca. Sek.) markieren
- Äußerungen protokollieren
- Beobachtungen (wie z. B. Fingernutzung) protokollieren

	Reihe/Bemerkungen
vorwärts ab 74	problemlos
rückwärts ab 64	„63, 62, 61, 50, 59"
2er vorwärts ab 56	problemlos
2er rückwärts ab 96	„67, 65, 63.." (Inversion) *Nach Aufschrieb gelingt es, aber wieder 80 statt 90
10er vorwärts ab 33	sagt „40 äääh .. 20, 10, 0" nach Aufschrieb „40, 50, 60"
10er rückwärts ab 76	„60, 50, 40"

2.1 ***Schreibe die Zahl 67, die Zahl 76, die Zahl 80, die Zahl 18.*** 975 ✓ Schreibr.: H, E, Z

	67	76	80	18
Fehler	✓	✓	✓	✓
Richtung	Einer zuerst	Einer zuerst	✓	Einer zuerst

Test B Arbeits-blatt 1

2.2 ***Lies mir die Zahlen vor.***

38, 12, 20, 89,

Fehler: liest: ✓, ✓, ✓, ✓,

(erst dreiun .. äh achtunddreißig"

Test B Arbeits-blatt 1

2.3 ***Ich nenne dir nun einige Zahlen. Kreise sie ein.***

12, 35, 78, 86,

Fehler: ✓, ✓, 87, ✓,

fast 53, merkt es noch

Test B Arbeits-blatt 1

4.1 **Vorgänger/Nachfolger**

Welche Zahl kommt

vor 3 erst 4, nach Vs. 2 *nach 3* 4 *vor 7* 6 *nach 7* 8

vor 11 10 *nach 11* 12 *vor 19* 18 *nach 19* 20

4.1 **Vorgänger/Nachfolger**

Welche Zahl kommt ...

vor 25 24 *nach 25* 26 *vor 79* 87 (Inversion) *nach 79* 89

vor 60 59 *nach 60* 61 *vor 100* 99 ~~*nach 100*~~

4.5.3 ***Hier siehst du 15 Leute, die in einer Schlange vor der Kasse stehen. Male einen Kringel um die 7. Person.***

Test A Arbeits-blatt 1

○ richtig ☒ falsch: Kreist 7 Personen ein.

Male einen Kringel um 5 Personen.

○ richtig ☒ falsch: Nur um 5. Person

4.5.4 ***Wenn jetzt die 3. und die 6. Person keine Lust mehr haben zu warten und nach Hause gehen, wie viele Leute stehen dann noch in der Schlange?***

○ richtig ☒ falsch: – 3 – 6

(eventuell Denk-/Rechenweg erfragen!)

Fehlerart: ○ Rechenfehler
☒ Zahlverständnisfehler → sprachlich bedingt

3.3 ***Ich zeige dir nun solche Karten. Hier sind Rechenschiffchen gezeichnet.*** (Zwanzigerfeld) ***Ich zeige sie dir nur ganz kurz. Versuche zu erkennen, wie viele Steine darin liegen.***
(Präsentation der Darstellung max. 2 Sekunden)

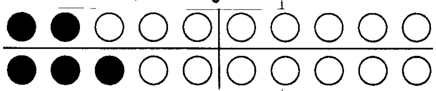
Test A/B Material 2

weiß, dass 5 Steine in einem Schiff sind und insges. 20

5 (als 2 + 3)	☒ richtig	○ falsch:
8 (Doppel-4)	☒ richtig	○ falsch:
9 (als 4 + 5)	☒ richtig	○ falsch:
10 (Reihe)	☒ richtig	○ falsch:
11 (Reihe)	☒ richtig	○ falsch:
12 (Doppel-6)	☒ richtig	○ falsch:
15 (Reihe)	☒ richtig	○ falsch:
17 (Reihe)	☒ richtig	○ falsch:

☒ gelingt problemlos
○ gelingt nach Anlaufschwierigkeiten sicher
○ gelingt nach Anlaufschwierigkeiten eher unsicher
○ gelingt nicht, Strukturierung nicht erkannt

Bsp. für Zwanzigerfeld (5 als 2+3 dargestellt):



3.4 Zahlauffassung in der Vorstellung

Stell dir vor, was ich dir beschreibe. Du sollst mir sagen, wie viele Steine da liegen:

2 Schiffchen sind voll und noch drei einzelne	☒ richtig	○ falsch
1 Schiffchen ist voll und noch ein einzelnes	☒ richtig	○ falsch
3 Schiffchen sind voll und noch zwei einzelne	☒ richtig	○ falsch

E: Wie könnte man 8 legen?" K: 5,3 oder 4,4"

4.4.1 ***Das hier sind 14***: (10 als Stange gelegt und dahinter noch 4 Einzelne.) ***Zeige mir mit dem Material die Aufgabe 14 – 10.***

Zehner-material Würfel

☒ Z werden weggenommen
○ 4E, 6E (von Stange) werden weggenommen
○ ______________________

4.2 Doppelt/Halb

Würfel

4.2.1 ***Hier liegen nun 8. Lege mir das Doppelte von 8.***
Wenn der Begriff nicht klar scheint, erst am Beispiel 2·2 klären.

- [x] Begriff klar/Handlung richtig
- [ ] nach Beispiel Handlung richtig
- [ ] nach Beispiel Handlung falsch

4.2.3 ***Die Hälfte von***	***12***	***6***	***4***	***16***	***20***	***10***	***18?***
	6	3	2	13	10	5	14
Das Doppelte von	***2***	***8***	***4***	***7***	***5***	***6***	***9?***
	4	16	8	14	10	12 zögert	18 zögert

Verdopplungen ☒ weitgehend automatisiert ○ nicht automatisiert
Hälfte ☒ weitgehend automatisiert → bis 12 ☒ nicht automatisiert → darüber Schwierigkeiten

5.1 Addition und Subtraktion im Zahlenraum bis 10

(beobachten/nachfragen: *Wie hast du das gemacht?*)

	Zeit/Ergebnis	Beobachtung (Zählen im Kopf, Finger, ...)
4 + 3	7 ✓	Fast auswendig, Kontrolle durch Zählen
5 + 4	8 f.	Rechenf. (verzählt?)
2 + 7	9 ✓	auswendig
3 + 5	8 ✓	auswendig
8 − 4	4 ✓	auswendig
7 − 5	0 f.	Zahlendreher
9 − 3	6 ✓	rückw. gezählt
6 − 4	2 ✓	?

Wie viele fehlen bis 10?

	Zeit/Ergebnis	Lösungsart
von 4	6	auswendig
von 8	2	
von 3	7	
von 7	3	
von 1	8	

Wie viele fehlen bis 7?

	Zeit/Ergebnis	Lösungsart
von 5	2	ausw.
von 3	4	ausw.
von 4	3	gezählt
von 1	6	gezählt
von 0	7	ausw.

3.5 *Rechnen in der Vorstellung* (Präsentation max. 2 Sek.)

Test A
Material 1

Zahlkarte 8 zeigen:	***Wie viele fehlen bis 10?***	☒ richtig	○ falsch
Zahlkarte 15 zeigen:	***Wie viele fehlen bis 20?***	☒ richtig	○ falsch
Zahlkarte 17 zeigen:	***Wie viele fehlen bis 20?***	☒ richtig	○ falsch
	Wie viele mehr als 10?	☒ richtig	○ falsch
	Wie viele mehr als 15?	☒ richtig	○ falsch

hier erst sprachl. Unverständnis! Nach Umformulierung richtig

5.2 Addition und Subtraktion im Zahlenraum bis 20

Bitte denke laut, während du rechnest, damit ich weiß, wie du das machst. Du darfst dir auch etwas aufzeichnen oder aufschreiben, wenn dir das beim Rechnen hilft.

Test A Arbeitsblatt 2

5 + 6 = 11	Strategie: ausw.
10 + 7 = 17	Strategie: ausw.
3 + 8 = 11	Strategie: ausw.
7 + 9 = 16	Strategie: gezählt
6 + 8 = 14	Strategie: vom gr. Summanden, dann + 3 + 3
7 + 8 = 15	Strategie: geraten
8 + 7 = 15	Strategie: Tauschaufg. erkannt
13 + 5 = 18	Strategie: gezählt
! 14 − 5 = 9	Strategie: gelingt nur mit Rechenschiffchen
17 − 3 = 14	Strategie: ausw.
12 − 6 = 6	Strategie: Halbieren
! 12 − 5 = 8	Strategie: − 2 und dann − 3, Rechenfehler
12 − 7 = 5	Strategie: Kontrolle durch Zählen
11 − 9 = 2	Strategie: über 10 − 9 = 1, 1 mehr
! 17 − 9 = 9	Strategie: gezählt
16 − 6 = 10	Strategie: ausw.

5.3 Strategien

Test A Material 1

Bei den nächsten Aufgaben musst du gar nicht unbedingt rechnen. Sie haben alle was mit dieser Rechnung zu tun (Karte legen). ***Du weißt nun, 8 + 9 = 17. Das kann dir vielleicht helfen, das Ergebnis zu diesen Aufgaben zu finden – ohne zu rechnen.*** Karten legen/Zeit protokollieren/nach Begründung fragen.

• Tauschaufgaben/Umkehraufgaben/Nachbaraufgabe

9 + 8 = 17 17 − 9 = 8 17 − 8 = 9 7 + 9 = 13 (geraten)

Tauschaufgabe	☒ erkannt	○ nicht erkannt/genutzt
Umkehraufgaben	☒ erkannt	○ nicht erkannt/genutzt
Nachbaraufgaben	○ erkannt	☒ nicht erkannt/genutzt

• Dezimale Analogie

4 + 5 = 9 14 + 5 = 19
7 − 5 = 2 17 − 5 = 12

Dezimale Analogie ☒ erkannt ○ nicht erkannt/genutzt

5.2 Addition und Subtraktion im Zahlenraum bis 100

Test B Arbeitsblatt 4

Bitte denke laut, während du rechnest, damit ich weiß, wie du das machst. Du darfst dir auch etwas aufzeichnen oder aufschreiben, wenn dir das beim Rechnen hilft.

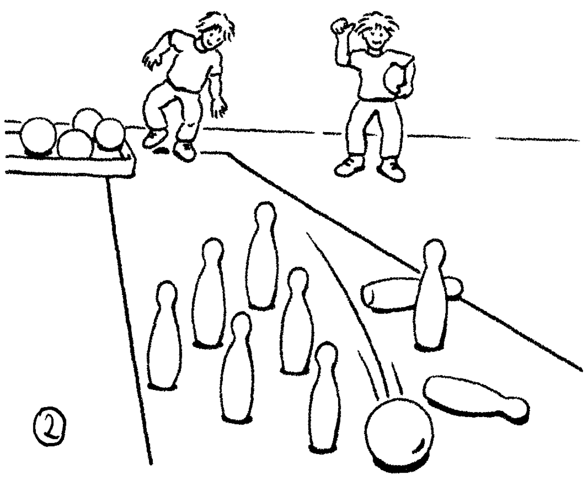
43 + 20 = 63	Strategie: flüstert „50, 60, 63"
67 − 30 = 24	Strategie: rät
50 + 37 = ___	Strategie:
60 − 23 = ___	Strategie:
67 + 7 = 71	Strategie: zählt hoch, rät dann
33 − 7 = ___	Strategie:
55 + 14 = ___	Strategie:
58 − 26 = ___	Strategie:
47 + 25 = ___	Strategie: „weiß nicht"
45 − 27 = ___	Strategie:
57 + 25 = ___	Strategie:
84 − 27 = ___	Strategie:
26 + ___ = 39	Strategie:
___ + 12 = 55	Strategie:
76 − ___ = 63	Strategie:
___ − 12 = 71	Strategie:

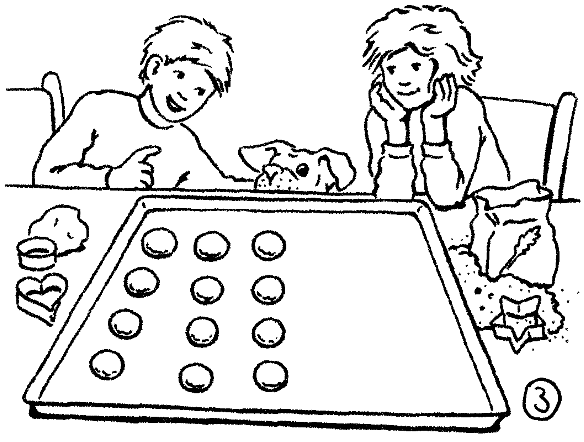
6.1 ***Fällt dir zu diesen Bildern eine Rechenaufgabe ein? Erzähle mir, was hier passiert.***

Test A/B Material 1

Addition: Abb. 1: 5+2=7, Abb. 2: 6+3=9

Subtraktion: Abb. 2: 9-3=6, Abb. 3: 12-0=12 bzw. 12-4=7





6.2 **Einfache Textaufgaben** (Notizblatt zur Verfügung stellen; bei Bedarf mehrfach vorlesen oder schriftlich präsentieren)

Test A
Material 2

Peter hat 12 Murmeln. Er gibt seiner Freundin Anne 5 Murmeln.
Wie viele Murmeln behält er übrig?

12 - 5 = 6

Peter hat 16 Murmeln. Er hat 4 Murmeln mehr als Anne.
Wie viele Murmeln hat Anne?

16 - 4 = 12

Peter hat einige Murmeln. Er gibt Anne 6 Murmeln ab. Nun bleiben ihm 7 Murmeln.
Wie viele Murmeln hatte Peter am Anfang?

6 + 7 = 13

Peter hat 4 Murmeln, Anne hat 3 Murmeln mehr als Peter, und Jakob hat 2 Murmeln weniger als Anne. Wie viele Murmeln haben alle 3 zusammen?

4 + 3 + 2 = 9

Nun sollst du mir auch die Rechnung nennen, mit der du die Aufgabe gelöst hast.

Test A
Material 3

Auf dem Tisch brennen 10 Kerzen. Susi bläst 4 Kerzen aus. Wie viele Kerzen brennen noch?	10 - 4 = 6
Im Kino sind 10 Leute. Nun kommen noch 4 dazu. Wie viele Stühle sind nun besetzt?	10 + 4 = 14
Auf dem Spielplatz waren nur 3 Kinder. Nun sind es 5. Wie viele sind dazugekommen?	3 + 5 = 8 „Ups, 2"
In der Schüssel waren 9 Äpfel. Nun sind es nur noch 7. Wie viele wurden gegessen?	9 - 7 = 2

6.3 ***Kannst du mir eine kleine Textaufgabe nennen, bei der ich rechnen müsste: ...***
(Zunächst Verständnisschw.)

Test A
Material 1

4 + 2	„Da sind 4 Würstchen und da sind noch 2 Würstchen dazu. ~~Wie viele sind es?~~
5 - 3	Jan kauft 5 Brötchen, 3 wurden gegessen. Wie viele sind's noch?

Test B Arbeitsblatt 2

4.3.2 Stellenwertverständnis

Sieh dir die beiden Zahlen an. Welche ist größer (87/78)? → 87
~~***Kannst du das Zeichen dazwischen setzen***~~***? Woran hast du das erkannt?***

- ○ Begründung über Stellenwert („Z"/„E")
- ○ Begründung: „Kommt in der Zahlenreihe nachher."
- ☒ Begründung: „Die 8 ist größer und steht vorn." (o. Ä.)
- ○ Begründung: „8 größer 7"

Rückfrage: Warum kommt es darauf an, wo die größere Zahl steht?
In jeder Zahl kommt doch die 7 und die 8 vor!
→ „Weil vorne sind Zehner. Wenn 8 Zehner vorn sind, ist das größer als bei 7 Zehner."

Zehnermaterial

3.3 Zahlauffassung und -darstellung mit Zehnermaterial
Wie viele sind das?

	45	75	76	86	(mit Zehnermaterial schrittweise legen)
Nennung:	erst 54, dann ✓	✓	✓	erst 68, dann ✓	
	☒	☒	☒	☒	sofort erkannt
	○	○	○	○	zählt auch bei unveränderter Z- bzw. E-Anzahl wieder neu

3.4 ***Nun lege selbst.***

	23	43	47	67	
legt:	✓	✓	✓	legt erst 76, nach Hinweis ✓	
	☒	☒	☒	☒	Zusammenhang sofort erkannt
	○	○	○	○	zählt auch bei unveränderter Z- bzw. E-Anzahl wieder neu

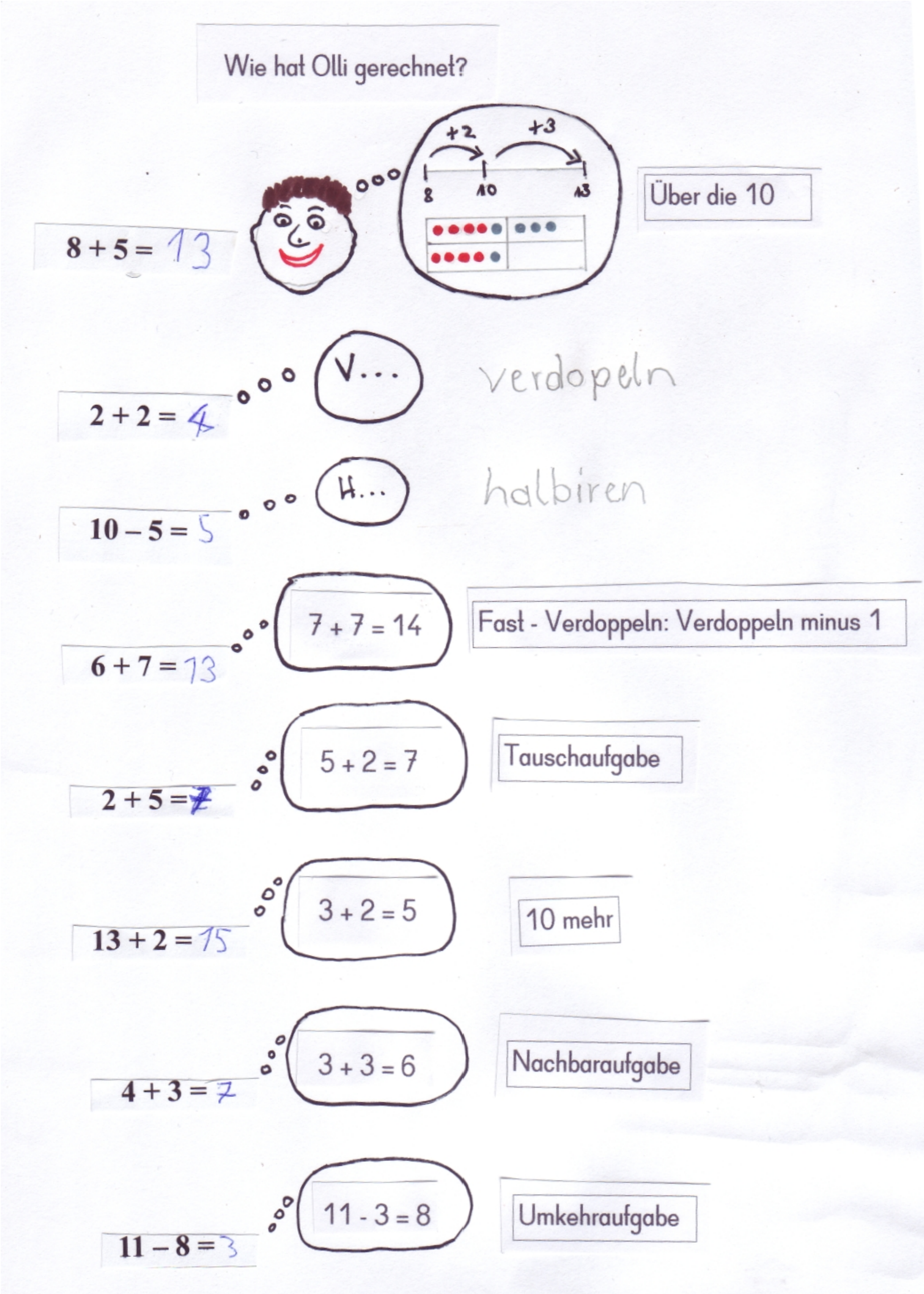
3.5 ***Wie viele Stangen, wie viele Würfelchen bräuchte ich, um 11, 43, 98, 70 zu legen?***

	11	43	98	70
genannt	___ St.___W.	___ St.___W.	___ St.___W.	___ St.___W.

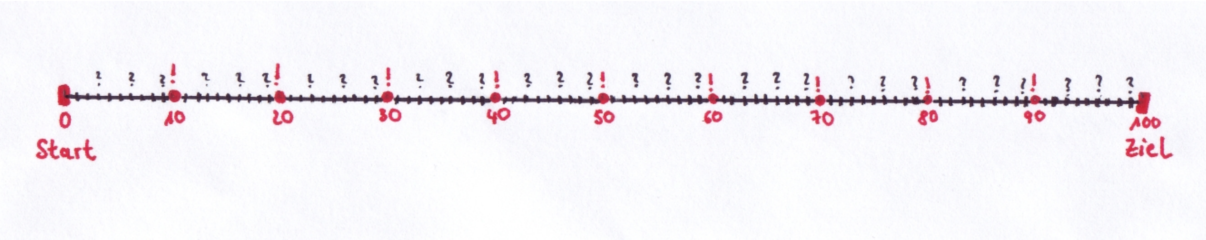
3.6 ***Wie heißt die Zahl? Stell es dir vor.***

7 Würfelchen, 5 Stangen	(57)	○ richtig	☒ falsch: 75
6 Stangen, 2 Würfelchen	(62)	☒ richtig	○ falsch:
4 Würfelchen, 1 Stange	(14)	○ richtig	☒ falsch: 41
3 Stangen, 7 Würfelchen	(37)	○ richtig	☒ falsch: 73

Mit Mat. gelingt es deutlich besser


Wie hat Olli gerechnet?
+2 +3
8 10 13
Über die 10
8 + 5 = 13
V...
verdopeln
2 + 2 = 4
H...
halbiren
10 – 5 = 5
7 + 7 = 14
Fast - Verdoppeln: Verdoppeln minus 1
6 + 7 = 13
5 + 2 = 7
Tauschaufgabe
2 + 5 = 7
3 + 2 = 5
10 mehr
13 + 2 = 15
3 + 3 = 6
Nachbaraufgabe
4 + 3 = 7
11 - 3 = 8
Umkehraufgabe
11 – 8 = 3

Spielbrett:



„Mathekärtchen" (für Felder mit ?)

Gehe zur Zahl, die 1 mehr ist als 59.

Gehe zur Zahl, die 1 weniger ist als 41.

Gehe zur größeren Nachbarzahl von 49.

Gehe zur kleineren Nachbarzahl von 51.

Gehe zur Zahl vor 91.

Gehe zur Zahl nach 89.

Gehe zur Zahl zwischen 49 und 51.

Gehe zur Zahl zwischen 89 und 91.

Gehe zur kleineren Nachbarzahl deiner Zahl.

Gehe zur größeren Nachbarzahl deiner Zahl.

Gehe zur Zahl, die vor deiner Zahl ist.

Gehe zur Zahl, die nach deiner Zahl kommt.

Gehe zur Zahl zwischen 49 und 51.

Gehe zur Zahl zwischen 89 und 91.

Gehe zur Zahl, die um 10 größer ist als 50.

Gehe zur Zahl, die um 10 kleiner ist als 50.

Gehe zur Zahl, die 10 mehr ist als 80.

Gehe zur Zahl, die 10 weniger ist als 80.

Gehe zur Zahl, die um 10 größer ist als deine Zahl.

Gehe zur Zahl, die um 10 kleiner ist als deine Zahl.

Gehe zur Zahl, die 10 mehr ist als deine Zahl.

Gehe zur Zahl, die 10 weniger ist als deine Zahl.

Gehe zur kleineren Zehnerzahl.

Gehe zurück zur kleineren Zehnerzahl.

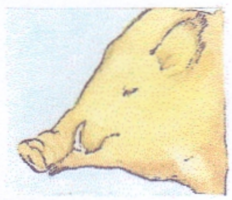
Das Wildschwein

Die Wildschweine leben 20 Jahre im Zoo.

Sie leben 4 Jahre im Wald.

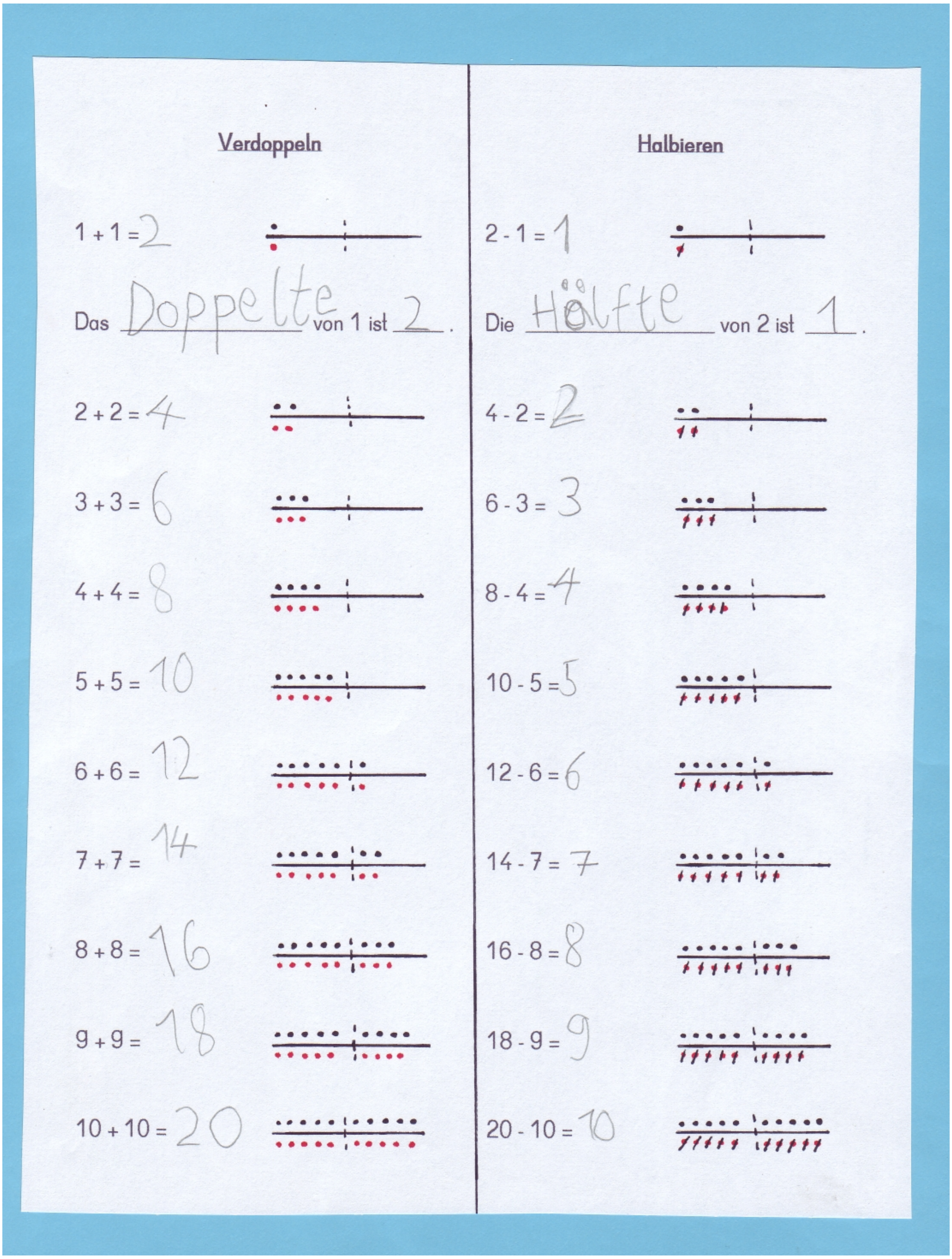
Die Wildschweine bekommen 11 Frischlinge.

Die Wildschweine haben Eckzähne.

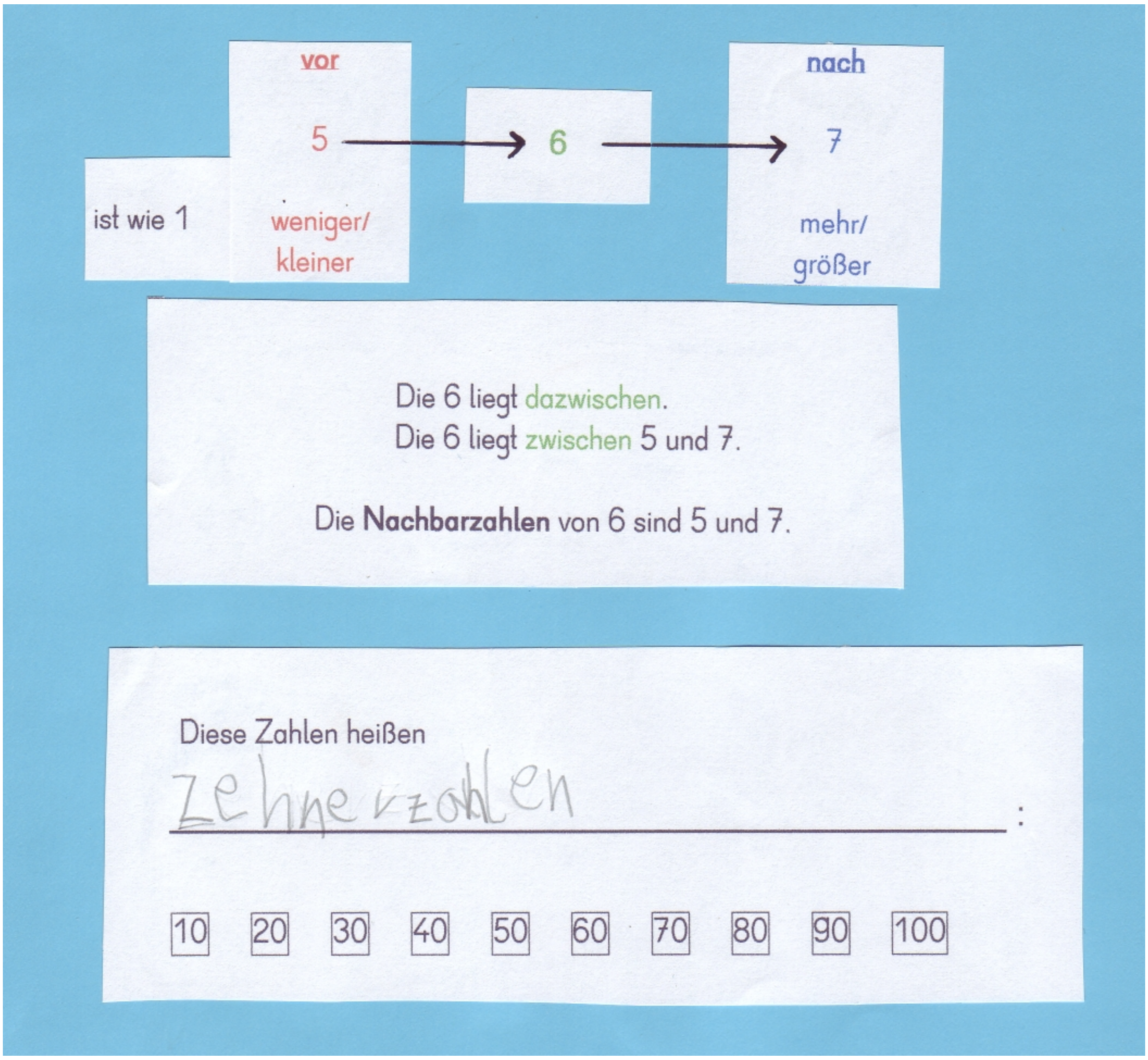


Die Wildschweine fressen Mäuse, Würmer und Äste.

Rüssel



Verdoppeln	Halbieren
1 + 1 = 2	2 - 1 = 1
Das Doppelte von 1 ist 2.	Die Hälfte von 2 ist 1.
2 + 2 = 4	4 - 2 = 2
3 + 3 = 6	6 - 3 = 3
4 + 4 = 8	8 - 4 = 4
5 + 5 = 10	10 - 5 = 5
6 + 6 = 12	12 - 6 = 6
7 + 7 = 14	14 - 7 = 7
8 + 8 = 16	16 - 8 = 8
9 + 9 = 18	18 - 9 = 9
10 + 10 = 20	20 - 10 = 10

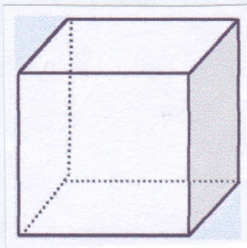

vor
5
weniger/
kleiner
ist wie 1
6
nach
7
mehr/
größer
Die 6 liegt dazwischen.
Die 6 liegt zwischen 5 und 7.
Die Nachbarzahlen von 6 sind 5 und 7.
Diese Zahlen heißen
Zehnerzahlen
:
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Der Würfel

Daher kenne ich den Würfel:

Mit dem Würfel kann man spielen.

So sieht der Würfel in Mathe aus:

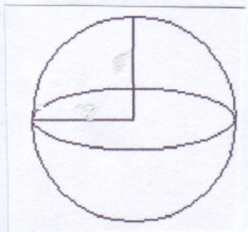


Die Kugel

Daher kenne ich die Kugel:

Ich kenne das Wort Weltkugel.

So sieht die Kugel in Mathe aus:



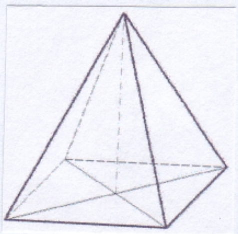
Die Pyramide

Daher kenne ich die Pyramide:

In dem Land Ägypten gibt es Pyramiden.

Sphinx

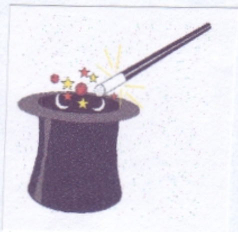
So sieht die Pyramide in Mathe aus:



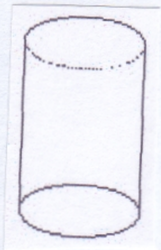
Der Zylinder

Daher kenne ich den Zylinder:

Ein Zylinder ist ein großer runder Hut.
Ein Zauberer hat oft einen Zylinder.



So sieht der Zylinder in Mathe aus:

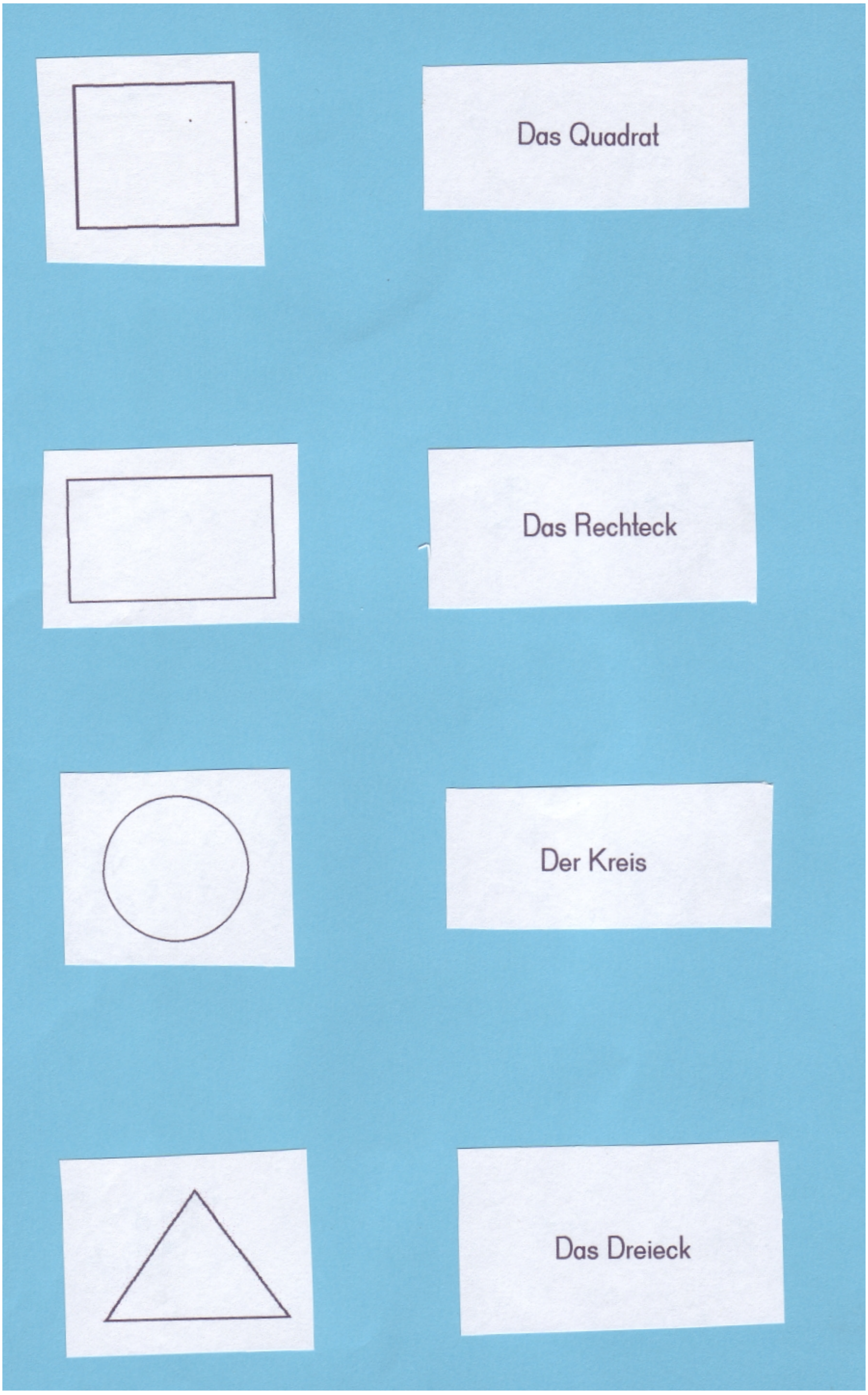


Der Kegel

Daher kenne ich den Kegel:

Beim Bowling muss man
viele Kegel treffen.

So sieht der Kegel in Mathe aus:


Das Quadrat
Das Rechteck
Der Kreis
Das Dreieck

Ich male die Punkte rot an.

Ich lese jeden Satz genau.

Habe ich alles verstanden?

Welche Wörter verstehe ich nicht?

Ich frage nach.

Ich sage mir, was im Satz steht.

Literaturverzeichnis

Aster, Michael von (2005): Wie kommen Zahlen in den Kopf? Ein Modell der normalen und abweichenden Entwicklung zahlenverarbeitender Hirnfunktionen. In: Aster, Michael von/ Lorenz, Jens H. (Hrsg.): Rechenstörungen bei Kindern. Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik. Göttingen: Vandernhoeck & Ruprecht, S. 13-33.

Baur, Simone/ Endres, Rosemarie (1999): Kindliche Sprachverständnisstörungen. In: Die Sprachheilarbeit, Heft 6, S. 318-328.

Beyerlein, Franz (1998): Rechenschwäche – ein Modethema? Teil 1: Erklärungsmodelle, Entstehungsbedingungen und Erscheinungsformen von Rechenstörungen. In: Förderschulmagazin, Heft 1, S. 5-12.

Bruner, Jerome S. (1981): Muttersprache. In: Der Sprachheilpädagoge, Heft 1, S. 12-22.

Bruner, Jerome S. (1990): Das Unbekannte denken. Stuttgart: Klett.

Bruner, Jerome S. (2002): Wie das Kind sprechen lernt. 2. ergänzte Auflage. Bern: Hans Huber.

Crämer, Claudia/ Schumann, Gabriele (2002): Schriftsprache. In: Baumgartner, Stephan/ Füssenich, Iris (Hrsg.): Sprachtherapie mit Kindern. Grundlagen und Verfahren. 5. Auflage. München, Basel: Ernst Reinhardt, S. 256-319.

Dannenbauer, Friedrich M. (1997): Mentales Lexikon und Wortfindungsstörungen bei Kindern. In: Die Sprachheilarbeit, Heft 42, S. 4-21.

Dehaene, Stanislas (1992): Varieties of numerical abilities. In: Cognition, Heft 44, S. 1-42.

Dehaene, Stanislas (1999): Der Zahlensinn oder warum wir rechnen können. Basel, Boston, Bern: Birkhäuser.

Dijkstra, Ton/ Kempen, Gerard (1993): Einführung in die Psycholinguistik. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Hans Huber.

Donczik, Jochen (2001): Rechenschwäche – Beziehungen zu Sprachstörungen. In: Die Sprachheilarbeit, Heft 5, S. 203-210.

Drees, Heide (2010): Förderung semantischer Fähigkeiten unter Einbezug der Schriftsprache aufgezeigt am Beispiel eines mehrsprachigen Jungen der zweiten Klasse. Reutlingen: Unveröffentlichte Wissenschaftliche Hausarbeit.

Dröge, Rotraut (1993): „Gleich“ ist nicht gleich – Umgangssprache und Fachsprache im Mathematikunterricht der Grundschule. In: Balhorn, Heiko/ Brügelmann, Hans (Hrsg.): Bedeutungen erfinden – im Kopf, mit Schrift und miteinander. Zur individuellen und sozialen Konstruktion von Wirklichkeiten. Konstanz: Ekkehard Faude, S. 60-65.

Eisenberg, Peter/ Linke, Angelika (1996): Wörter. In: Praxis Deutsch, Heft 139, S. 20-30.

Franke, Marianne (2003): Didaktik des Sachrechnens in der Grundschule. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.

Fritz, Annemarie/ Ricken, Gabi (2008): Rechenschwäche. München: Ernst Reinhardt.

Füssenich, Iris (2002): Semantik. In: Baumgartner, Stephan/ Füssenich, Iris (Hrsg.): Sprachtherapie mit Kindern. Grundlagen und Verfahren. 5. Auflage. München, Basel: Ernst Reinhardt, S. 63-104.

Füssenich, Iris (2008): „Sprecht zu Hause Deutsch!“ Kinder und ihre Sprachen. In: Grundschule, Heft 9, S. 46-47.

Füssenich, Iris/ Geisel, Carolin (2008): Literacy im Kindergarten. Vom Sprechen zur Schrift. München, Basel: Ernst Reinhardt.

Gaidoschik, Michael (2006): Rechenschwäche – Dyskalkulie. Eine unterrichtspraktische Einführung für LehrerInnen und Eltern. 3., aktualisierte Auflage. Horneburg: Persen.

Gerster Hans-Dieter/ Schultz, Rita (2004): Schwierigkeiten beim Erwerb mathematischer Konzepte im Anfangsunterricht. Bericht zum Forschungsprojekt Rechenschwäche – Erkennen, Beheben, Vorbeugen. Freiburg im Breisgau: Pädagogische Hochschule. Abrufbar unter: http://opus.bsz-bw.de/phfr/volltexte/2007/16/pdf/gerster.pdf (letzter Zugriff: 10.07.2010).

Glück, Christian W. (2009): Semantisch-lexikalische Störungen als Teilsymptomatik von Sprachentwicklungsstörungen. In: Grohnfeldt, Manfred (Hrsg.): Lehrbuch der Sprachheilpädagogik und Logopädie, Band 2. Erscheinungsformen und Störungsbilder, 3., aktualisierte Auflage. Stuttgart: Kohlhammer, S. 76-87.

Granser, Theodor (o. A.): Sprachensteckbrief Albanisch. Eine Information des Bundesministeriums für Unterricht, Kunst und Kultur. Referat für Migration und Schule. Abrufbar unter: http://www.sprachensteckbriefe.at/fileadmin/sprachensteckbriefe/pdf/Sprachensteckbrief_Albanisch.pdf (letzter Zugriff: 10.07.2010).

Grassmann, Marianne (2008): Sprache und Mathematik: Stolpersteine. In: Grundschule, Heft 2, S. 25.

Häsel-Weide, Uta (2007): Sachrechnen. In: Heimlich, Ulrich/ Wember Franz B. (Hrsg.): Didaktik des Unterrichts im Förderschwerpunkt Lernen. Stuttgart: Kohlhammer, S. 280-293.

Herrmann, Christoph/ Fiebach, Christian (2004): Gehirn & Sprache. Frankfurt am Main: Fischer.

Jansen, Peter (2010): Argumentieren lernen. In: Grundschule, Heft 5, S. 44-45.

Jeuk, Stefan (2003): Erste Schritte in der Zweitsprache Deutsch. Eine empirische Untersuchung zum Zweitspracherwerb türkischer Migrantenkinder in Kindertageseinrichtungen. Freiburg im Breisgau: Fillibach.

Jung, Bettina (2009): Der Einfluss von Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb auf die Entwicklung mathematischer Konzepte. Reutlingen: Unveröffentlichte Wissenschaftliche Hausarbeit.

Kaufmann, Liane/ Handl, Pia/ Delazer, Margarete (2005): Wie Kinder rechnen lernen und was ihnen dabei hilft. Eine kognitiv-neuropsychologische Perspektive. In: Aster, Michael von/ Lorenz, Jens H. (Hrsg.): Rechenstörungen bei Kindern. Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik. Göttingen: Vandernhoeck & Ruprecht, S. 178-201.

Kaufmann, Sabine (2003): Früherkennung von Rechenstörungen in der Eingangsklasse und darauf abgestimmte remediale Maßnahmen. Frankfurt am Main: Peter Lang.

Kaufmann, Sabine/ Wessolowski, Silvia (2009): Rechenstörungen. Diagnose und Förderbausteine. 2. Auflage. Seelze – Velber: Klett/ Kallmeyer.

Kauschke, Christina/ Rothweiler, Monika (2007): Lexikalisch-semantische Entwicklungsstörungen. In: Schöler, Hermann/ Welling, Alfons (Hrsg.): Sonderpädagogik der Sprache, Band 1. Handbuch Sonderpädagogik. Göttingen, Bern, Wien, Paris, Oxford, Prag: Hogrefe, S. 239-247.

Kautter, Hansjörg u. a. (Hrsg.) (2000): SBL I. Schultestbatterie zur Erfassung des Lernstandes in Mathematik, Lesen und Schreiben I. Göttingen: Beltz.

Kolonko, Beate (1998): „Wie heißt des nochmal?“ In: Interdisziplinär, Heft 4, S. 252-263.

Krajewski, Kristin (2005): Früherkennung und Frühförderung von Risikokindern. In: Aster, Michael von/ Lorenz, Jens H. (Hrsg.): Rechenstörungen bei Kindern. Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik. Göttingen: Vandernhoeck & Ruprecht, S. 150-164.

Kucian, Karin/ Aster, Michael von (2005): Dem Gehirn beim Rechnen zuschauen. Ergebnisse der funktionellen Bildgebung. In: Aster, Michael von/ Lorenz, Jens H. (Hrsg.): Rechenstörungen bei Kindern. Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik. Göttingen: Vandernhoeck & Ruprecht, S. 54-72.

Lorenz, Jens H. (1991): Materialhandlungen und Aufmerksamkeitsfokussierung zum Aufbau interner arithmetischer Vorstellungsbilder. In: Lorenz, Jens H. (Hrsg.): Störungen beim Mathematiklernen. Köln: Aulis, S. 53-73.

Lorenz, Jens H. (1994): Schwierigkeiten bei Sachrechen-Aufgaben. In: Grundschule, Heft 3, S. 14-15.

Lorenz, Jens H. (2002): Kinder reden über ihre Rechenwege. In: Grundschule, Heft 3, S. 25-27.

Lorenz, Jens H. (2004): Lesen und Schreiben – oder Mathematik? In: Crämer, Claudia/ Füssenich, Iris/ Schumann, Gabriele (Hrsg.): Lesekompetenz erwerben und fördern. Braunschweig: Westermann, S. 128-137.

Lorenz, Jens H. (2005): Mathematikverstehen und Sprachrezeptionsstörungen in den Eingangsklassen. In: Arnoldy, Peter/ Traub, Birgit (Hrsg.): Sprachentwicklungsstörungen früh erkennen und behandeln. Karlsruhe: Von Loeper, S. 184-194.

Lorenz, Jens H. (2009): Ist 9 größer als elfundzwanzig? – Sprache und Mathematiklernen. In: Grundschule, Heft 4, S. 38-41.

Lorenz, Jens H./ Radatz, Hendrik (1993): Handbuch des Förderns im Mathematikunterricht. Hannover: Schroedel.

Maier, Hermann (2006): Mathematikunterricht und Sprache. Kann Sprache mathematisches Lernen fördern? In: Grundschule, Heft 4, S. 15-17.

Mathieu, Susanne (2007): Diagnostik und Therapie von Sprachverständnisstörungen. In: Mit Sprache, Heft 1, S. 5-22.

Michalak, Magdalena (2009): Arbeitsanweisungen verstehen. Vermittlung unterrichtsspezifischen Vokabulars. In: Deutsch differenziert, Heft 2, S. 40-51.

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (Hrsg.) (2004): Bildungsplan 2004 Grundschule. Abrufbar unter: http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/Bildungsplaene/Grundschule/Grundschule_Bildungsplan_Gesamt.pdf (letzter Zugriff: 10.07.2010).

Moser, Barbara (2007): Sprachheilpädagogische Diagnostik bei mehrsprachigen Schülern. In: Die Sprachheilarbeit, Heft 3, S. 107-112.

Moser Opitz, Elisabeth (2007): Erstrechnen. In: Heimlich, Uta/ Wember Franz B. (Hrsg.): Didaktik des Unterrichts im Förderschwerpunkt Lernen. Stuttgart: Kohlhammer, S. 253-265.

Moser Opitz, Elisabeth/ Schassmann, Margret (2007): Grundoperationen. In: Heimlich, Uta/ Wember, Franz B. (Hrsg.): Didaktik des Unterrichts im Förderschwerpunkt Lernen. Stuttgart: Kohlhammer, S. 266-279.

Niederdrenk-Felgner, Cornelia (2000): Algebra oder Abrakadabra? Das Thema „Mathematik und Sprache“ aus didaktischer Sicht. In: Mathematik lehren, Heft 99, S. 4-9.

Nolte, Marianne (2000): Rechenschwächen und gestörte Sprachrezeption. Beeinträchtigte Lernprozesse im Mathematikunterricht und in der Einzelbeobachtung. Bad Heilbrunn / Obb.: Klinkhardt.

Penka, Lucia (2005): Zum Zusammenhang von semantischen Sprachstörungen und mathematischen Fähigkeiten. Reutlingen: Unveröffentlichte Wissenschaftliche Hausarbeit.

Reichardt, Hans (2008): Was ist was, Band 81. Die sieben Weltwunder. Nürnberg: Tessloff.

Rothweiler, Monika/ Meibauer, Jörg (1999): Das Lexikon im Spracherwerb – Ein Überblick. In: Meibauer, Jörg/ Rothweiler, Monika (Hrsg.): Das Lexikon im Spracherwerb. Tübingen, Basel: Francke, S. 9-31.

Schäfer, Jutta (2005): Rechenschwäche in der Eingangsstufe der Hauptschule. Lernstand, Einstellungen und Wahrnehmungsleistungen. Eine empirische Studie. Hamburg: Dr. Kovač.

Schmitman gen. Pothmann, Angela (2007): Mathematik und sprachliche Kompetenz. Vorschulische Diagnostikmöglichkeiten bei Kindern mit und ohne Migrationshintergrund. Oldenburg: BIS.

Steck, Andrea (2006): Was bedeutet Leseverstehen? In: Deutsch differenziert, Heft 1, S. 10-13.

Szagun, Gisela (2008): Sprachentwicklung beim Kind. Ein Lehrbuch. 2. Auflage. Weinheim, Basel: Beltz.

Triarchi-Herrmann, Vassilia (2002): Die Mehrsprachigkeit als Aufgabenfeld der Sprachheilpädagogik. In: Die Sprachheilarbeit, Heft 2, S. 35-40.

Vygotskij, Lev S. (1987): Ausgewählte Schriften, Band 2. Arbeiten zur psychischen Entwicklung der Persönlichkeit. Köln: Pahl-Rugenstein.

Vygotskij, Lev S. (2002): Denken und Sprechen. Weinheim, Basel: Beltz.

Wendt, Peter (1997): Spracherwerb und Rechenstörungen – Aspekte sprachlicher Determinanz von Rechenstörungen in der Grundschule. In: Sache, Wort, Zahl, Heft 25, S. 47-51.

Wespel, Manfred (2008): Nie der Worte zu viel. Den Wortschatz erweitern und vertiefen. In: Grundschule, Heft 6, S. 7-10.

Wittmann, Erich Ch./ Müller, Gerhard N. (1990): Handbuch produktiver Rechenübungen, Band 1. Vom Einspluseins zum Einmaleins. Stuttgart, Düsseldorf, Berlin, Leipzig: Klett.

Zech, Friedrich (2002): Grundkurs Mathematikdidaktik. Theoretische und praktische Anleitungen für das Lehren und Lernen von Mathematik. Weinheim, Basel: Beltz.

Zollinger, Barbara (1994): Störungen des Sprachverständnisses. Entwicklung und Erscheinungsbilder. In: Hollenweger, Judith/ Schneider, Hansjakob (Hrsg.): Sprachverstehen beim Kind. Beiträge zu Grundlagen, Diagnose und Therapie. Luzern: Ed. SZH, S. 109-12.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Die Einteilung der beiden Hirnhälften des Großhirns in Lappen: hier linke Hemisphäre 4

Abb. 2: Wernicke-Geschwind-Modell 5

Abb. 3: Räumliches und sprachliches Zahlensystem 8

Abb. 4: Triple-Code-Modell nach Dehaene (1992) 10

Abb. 5: Untersch. bzw. unterschiedlich aussehende Darstellung von 2 cm und 20 mm 52

Abb. 6: Zahlbeziehungen 66

Abb. 7: Semantische Repräsentation des Begriffes „plus“ 70

Abb. 8: Materialgestützte Hilfen zur Entwicklung von Zahlverständnis und Zählfertigkeit auf konkreter, sprachlicher und symbolischer Ebene 77

Abb. 9: „Welche Zahlen sind gleich?“ 91

Abb. 10: Die Zahl 70 als Seguin-Karte 110

Abb. 11: Die Zahl 78 als Seguin-Karte 111

Abb. 12: Übungen zu Zahlwörtern und zur Schreibrichtung 111

Abb. 13: Stellenwerttafel 112

Versicherung

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Arbeit von mir selbstständig angefertigt, nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle Stellen, die dem Wortlaut oder dem Sinne nach anderen Werken gegebenenfalls auch elektronischen Medien entnommen sind, durch Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht wurden. Entlehnungen aus dem Internet sind durch einen datierten Ausdruck belegt.

Reutlingen, den 28.07.2010 ____________________________________

(Cornelia Danner)